

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA

*Campus* Professor Francisco Gonçalves Quiles - Cacoal

Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção

WEMERSON SOARES DE SOUZA

**UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD) COMO  
AGREGADO PARA PRODUÇÃO DE BLOCOS NÃO ESTRUTURAIS NO  
MUNICÍPIO DE CACOAL/RO**

CACOAL/RO

2016

WEMERSON SOARES DE SOUZA

**UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD) COMO  
AGREGADO PARA PRODUÇÃO DE BLOCOS NÃO ESTRUTURAIS NO  
MUNICÍPIO DE CACOAL/RO**

Monografia apresentada ao departamento de Engenharia de Produção da Fundação Universidade Federal de Rondônia, *campus* Professor Francisco Gonçalves Quiles, como requisito parcial para obtenção de título de bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Professor Ms. André Grecco Carvalho.

CACOAL/RO

2016

SOUZA, Wemerson Soares de.

S729u Utilização de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) como agregado para produção de blocos não estruturais no município de Cacoal/RO / Wemerson Soares de Souza – Cacoal/RO: UNIR, 2016.  
61 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação).  
Universidade Federal de Rondônia – Campus de Cacoal.  
Orientador: Prof. M.e André Grecco Carvalho.

1. Resíduos de Construção e Demolição (RCD). 2. Gerenciamento de resíduos. 3. Bloco não estrutural. 4. Sustentabilidade. I. Carvalho, André Grecco. II. Universidade Federal de Rondônia – UNIR. III. Título.

CDU – 658.5

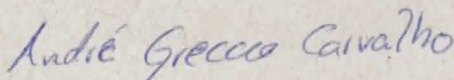
Catálogo na publicação: Naiara Raissa Passos – CRB11/891

Ministério da Educação  
Fundação Universidade Federal de Rondônia  
Campus Professor Francisco Gonçalves Quiles  
Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção

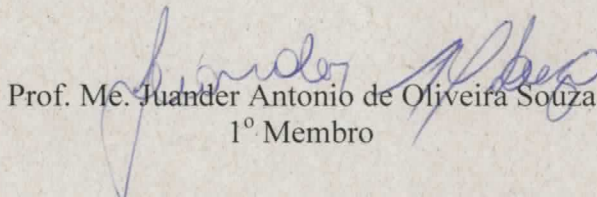
### ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos 21 (vinte e um) dias do mês de junho de dois mil e dezesseis, reuniu-se na sala 01 do bloco P do curso de Engenharia de Produção da Fundação Universidade Federal de Rondônia – UNIR, a banca constituída pelos professores: Prof. Me. André Grecco Carvalho (Presidente), Prof. Me. Juander Antonio de Oliveira Souza (1º Membro) e Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Suzenir Aguiar da Silva Sato. A 10:00h (dez horas) para examinar o TCC da acadêmico(a) Wermeson Soares de Souza, na prova de defesa da sua monografia de conclusão de curso intitulada: UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD) COMO AGREGADO PARA PRODUÇÃO DE BLOCOS NÃO ESTRUTURAIS NO MUNICÍPIO DE CACOAL/RO. O presidente da comissão iniciou os trabalhos às 10:15, solicitando a acadêmica que apresente os principais aspectos do seu trabalho. Concluída a exposição, os avaliadores arguíram alternadamente o candidato sobre os diversos aspectos do trabalho. Após a arguição, a comissão reuniu-se para avaliar o desempenho do acadêmico, que obteve a nota final 95 (noventa e cinco). A ata segue assinada pelos membros da banca.

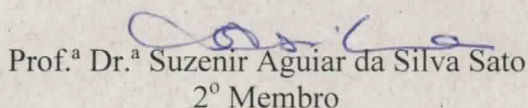
Cacoal, RO, 21 de junho de 2016



Prof. Me. André Grecco Carvalho  
Presidente



Prof. Me. Juander Antonio de Oliveira Souza  
1º Membro



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Suzenir Aguiar da Silva Sato  
2º Membro

*Dedico este trabalho a Deus, por tudo.  
A minha mãe Adely, meu exemplo de vida.  
A minha esposa Mirian Cássia, companheira e incentivadora.  
Esta conquista da minha vida eu dedico a vocês, a minha eterna gratidão.*

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço primeiramente a Deus, meu guia, o engenheiro do universo que sempre esteve comigo, que me deu a força para prosseguir nesta caminhada.

Agradeço à coordenação e professores do Curso de Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Rondônia – UNIR, em especial aos professores que iniciaram suas atividades no curso do ano de 2010 e sempre acreditaram e batalharam para a consolidação deste curso, fico assim agradecido por todos os ensinamentos, pela construção de minha base acadêmica, amizade ao longo do curso e por toda a atenção disposta.

Agradeço especialmente, ao meu orientador Professor Mestre André Grecco Carvalho, pela paciência e competência com a qual conduziu minha orientação, sempre com muita presteza e sabedoria que muito me ajudou e incentivou, dividindo comigo seu conhecimento e experiência. Obrigado por acreditar no meu potencial.

Agradeço a meus pais, que sempre me apoiaram, mesmo estando longe nunca hesitaram em me ajudar em todos os momentos da minha vida.

Aos meus familiares que estiveram sempre presentes me incentivando, em especial aos meus Avós, por suprirem a ausência de meus pais e por acreditarem sempre em mim.

A minha esposa, pela paciência de me ouvir e das noites que não dormi, pelo amor que tem a me falar, por estar sempre ao meu lado a me auxiliar e incentivar, hoje e sempre.

Aos amigos que estudam comigo pela amizade, companheirismo e ajuda. E os amigos que já se formaram por servirem de incentivo para que eu possa prosseguir nesse caminho.

As empresas que coletam entulho e as empresas que fabricam blocos não estruturais no município de Cacoal/RO, por me receber com muita boa vontade e por apresentarem dispostas a colaborar com o desenvolvimento deste trabalho.

A todos os que direta ou indiretamente contribuíram de alguma forma para o desenvolvimento deste trabalho.

*“Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma.”*

*Antoine Laurent de Lavoisier*

## RESUMO

A necessidade de preservação ambiental e a tendência de escassez dos recursos naturais fazem com que a construção civil procure reduzir o consumo e minimizar os impactos gerados, passando a adquirir novos conceitos e buscando soluções técnicas que vise à sustentabilidade de suas atividades. Assim este trabalho surge com a proposta de contribuir com a minimização dos impactos gerados pela atividade de construção e demolição, gerenciando os resíduos de construção e demolição (RCD) aplicando-os para a fabricação de blocos não estruturais e sendo utilizando como base, as normas técnicas e leis nacionais, estaduais e municipais vigentes. Tendo como objetivos específicos, identificar a viabilidade econômica e descrever o processo de beneficiamento dos RCD e do processo de fabricação dos blocos não estruturais com agregados de RCD. A pesquisa foi realizada de forma exploratória utilizando de procedimentos técnicos bibliográficos e pesquisa de campo em empresas que recolhem RCD e empresas que fabricam blocos não estruturais no município de Cacoal/RO. Por fim, os resultados da utilização de resíduo de construção e demolição como agregado para fabricação de blocos não estruturais no município se mostrou uma alternativa viável e eficiente no contexto econômico e ecológico, abrindo caminho para uma estrada, rumo ao desenvolvimento sustentável da construção civil local.

Palavras-chaves: Resíduos de Construção e Demolição (RCD). Gerenciamento de Resíduos. Bloco não estrutural. Sustentabilidade.



## **ABSTRACT**

The need for environmental preservation and the trend of scarcity of natural resources make the construction aims to reduce and minimize the impacts generated, through acquiring new concepts and seeking technical solutions aimed at the sustainability of its activities. So this paper comes up with the proposal to contribute to the minimization of impacts generated by construction and demolition activity, managing construction and demolition waste (CDW) applying them for the manufacture of non-structural blocks and being using as a base, the rules technical and national, state and local laws in force. It has specific objectives, identify the economic viability and describe the beneficiation process of the CDW and the manufacturing process of the non-structural blocks with CDW aggregates. The research was conducted by exploratory manner using methods of bibliographic and field research on companies that collect CDW and companies that make nonstructural block in Cacoal/RO. Finally, the results of the use of construction waste and demolition as aggregate for manufacturing nonstructural blocks in the city showed to be a viable and efficient alternative in the economic and ecological context, paving the way for a new road towards sustainable development the construction in local area.

**Keywords:** Construction and Demolition Waste (CDW). Waste Management. Nonstructural block. Sustainability.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Origem dos RCD nos municípios brasileiros. ....	19
Figura 2 – Total de RCD coletados no Brasil no ano de 2013-2014. (Mil.t/Ano). ....	20
Figura 3 - Ladrilhos .....	22
Figura 4 - Bloquetes.....	22
Figura 5 – Britador 5030 .....	34
Figura 6 – Caçamba Trituradora Mb-C50 S2.....	34
Figura 7 – Triagem e armazenamento dos RCD. ....	35
Figura 8 – Betoneira 400 litros. ....	37
Figura 9 – Vibro-prensa QMA 3 .....	38
Figura 10 – Cura natural e Armazenagem. ....	39
Figura 11 – Resíduo de construção e demolição limpo .....	43
Figura 12 – Utilização de RCD para nivelamento de vias .....	43
Figura 13 – Resíduos proveniente de reforma.....	44
Figura 14 – Resíduos de demolição .....	44

## LISTA DE QUADRO

Quadro 1 - Estatística do número de RCD gerados e reciclados na União Europeia. ....	15
Quadro 2 - Boas práticas do setor de materiais cerâmico e suas respectivas vantagens. ....	17
Quadro 3 – Coleta de RCD na Região Norte .....	20
Quadro 4 – Normas técnicas aplicáveis aos RCD. ....	28
Quadro 5 - Comparação dos aspectos da pesquisa qualitativa - quantitativa. ....	30
Quadro 6 – Informações das empresas que fabricam blocos não estruturais .....	40
Quadro 7 – Custo presente dos materiais .....	40
Quadro 8 - Proporção de materiais na mistura do concreto (traço) .....	41
Quadro 9 – Especificações dos blocos não estruturais .....	41
Quadro 10 - Quantidade de blocos produzidos com 50 kg de cimento .....	42
Quadro 11 – Informações das empresas de coletam entulho .....	45
Quadro 12 – Quantidade de RCD coletado por mês. ....	45
Quadro 13 – Valor do m <sup>3</sup> de RCD .....	45
Quadro 14 – Custo anual do financiamento para usina de beneficiamento de RCD. ....	46
Quadro 15 – Preço de venda para os produtos beneficiados do RCD .....	47
Quadro 16 – Custo para implantação de usina de beneficiamento de RCD .....	47
Quadro 17 – Lucro anual da usina fabricando 100% de pedrisco .....	48
Quadro 18 – Lucro anual da usina fabricando 100% de areia média .....	48
Quadro 19 – Lucro anual da usina fabricando 50% de cada produto .....	48
Quadro 20 - Taxa de retorno do investimento - Usina de beneficiamento de RCD .....	49
Quadro 21 - Taxa de retorno do investimento - Usina de beneficiamento de RCD .....	49
Quadro 22 – Custo de fabricação pelo método tradicional e com aplicação de RCD .....	50
Quadro 23 – Custo para implantação de fábrica de blocos não estruturais com RCD .....	51
Quadro 24 – Custo trimestral do financiamento para fábrica de blocos não estruturais .....	52
Quadro 25 – Preço de venda para o bloco fabricado com agregado de RCD .....	52
Quadro 26 – Lucro trimestral da fábrica de blocos não estrutural .....	52
Quadro 27 - TRI – Fábrica de blocos não estruturais fabricados com RCD .....	53
Quadro 28 - Payback - Fábrica de blocos não estruturais fabricados com RCD .....	53

## **GLOSSÁRIO**

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRECON	Associação Brasileira para Reciclagem de RCD
ATT	Área de Transbordo e Triagem
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
FEAM	Fundação Estadual de Meio Ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PAYBACK	Técnica utilizada para calcular o prazo de retorno do capital investido
PMRS	Política Municipal de Resíduos Sólidos
RCC	Resíduos de Construção Civil
RCD	Resíduos de Construção e Demolição
REJEITO	O que não pode ser reciclado ou reutilizado
SEDAR	Sistema Estadual de Desenvolvimento Ambiental de Rondônia
SEMA	Secretaria de Estado de Meio Ambiente
SINIR	Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos
UE	União Européia

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
1.1 Justificativa .....	13
1.2 Objetivo Geral .....	13
1.3 Objetivos Específicos .....	13
 <b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	 <b>14</b>
2.1 A História da Reciclagem dos resíduos de construção civil e demolição .....	14
2.2 Sustentabilidade.....	16
2.3 Boas Práticas Ambientais do Setor de Materiais Cerâmicos .....	16
2.4 Resíduos de Construção Civil e Demolições .....	18
2.5 Reciclagem de resíduos de construção civil de demolição .....	19
2.6 Aplicabilidade dos resíduos de construção civil e demolição.....	21
2.6.1 Utilização de Resíduos de Construção e Demolição para produção de blocos não estruturais .....	21
2.7 O Município de Cacoal/RO.....	23
2.8 Legislação no Brasil referente aos Resíduos de Construção e Demolição .....	24
2.8.1 Lei Nacional .....	24
2.8.1.1 Lei nº 12.305/10 - Política Nacional de Resíduos Sólidos-PNRS.....	24
2.8.1.2 Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA.....	25
2.8.1.3 Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT.....	28
2.8.2 Lei Estadual .....	29
2.8.3 Lei Municipal .....	29
 <b>3 METODOLOGIA .....</b>	 <b>30</b>
3.1 Tipo, abordagem e método da pesquisa.....	30
3.2 Procedimentos de coletas de dados .....	31
3.3 Sujeitos da pesquisa.....	31
3.4 Aspectos éticos da pesquisa .....	31
3.5 Local da pesquisa.....	32
3.6 Análise de dados.....	32
 <b>4 ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</b>	 <b>33</b>

4.1 Processo produtivo .....	33
4.1.1 Processamento dos resíduos de construção e demolição .....	33
4.1.1.1 Coleta e separação de materiais .....	33
4.1.1.2 Britador e moagem.....	33
4.1.1.3 Peneiramento .....	35
4.1.1.4 Triagem e armazenamento .....	35
4.1.2 Produção de blocos não estruturais utilizando RCD.....	36
4.1.2.1 Mistura .....	36
4.1.2.2 Preenchimento do molde e compactação .....	37
4.1.2.3 Cura.....	38
4.1.2.4 Armazenagem.....	39
4.2 Empresas pesquisadas.....	39
4.2.1 Empresas que fabricam blocos não estruturais.....	39
4.2.2 Empresas que coletam resíduos de construção e demolição .....	42
4.3 Instalação de usina de beneficiamento de RCD .....	46
4.4 Instalação de fábrica de blocos não estruturais .....	49
 <b>5 CONCLUSÃO.....</b>	 <b>54</b>
 <b>REFERÊNCIAS.....</b>	 <b>55</b>
 <b>ANEXO A – FORMULÁRIO DE PESQUISA DE MERCADO DE BLOCOS NÃO ESTRUTURAIS .....</b>	 <b>62</b>
 <b>ANEXO B – FORMULÁRIO DE PESQUISA DE MATÉRIA-PRIMA PARA FABRICAÇÃO DE BLOCOS NÃO ESTRUTURAIS .....</b>	 <b>63</b>
 <b>ANEXO C – SIMULADO DE FINANCIAMENTO PARA INSTALAÇÃO DE USINA DE BENEFICIAMENTO DE RCD.....</b>	 <b>64</b>
 <b>ANEXO D – SIMULADO DE FINANCIAMENTO PARA INSTALAÇÃO DA FABRICA DE BLOCOS NÃO ESTRUTURAIS.....</b>	 <b>66</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A necessidade de preservação ambiental e a tendência de escassez dos recursos naturais fazem com que a construção civil passe a adquirir novos conceitos, buscando soluções técnicas que visem à sustentabilidade de suas atividades (PINTO, 1999).

Na procura contínua por materiais e técnicas construtivas que minimizem os impactos ambientais ocasionados pelas construções civis e demolições, onde não existe construção que não gere impactos ambientais, é indispensável o estudo de novos métodos sustentáveis, tendo em vista que os recursos do planeta são finitos e o crescimento da população e de suas atividades tem ocasionado um aumento na agressão ao meio ambiente (PISANI, 2005).

A utilização de materiais reutilizáveis em obras de engenharia, como borracha de pneu, fibra de bambu, resíduos de construção e demolição (RCD), dentre outros, representa um grande avanço nas tecnologias sustentáveis. A utilização destes materiais tem uma grande importância não só pela possibilidade de gerenciamento sustentável dos resíduos sólidos como também pela capacidade da melhoria na qualidade das obras e na captação de investimentos na área (LOURENÇO E CAVALCANTE, 2015).

Segundo Motta (2005), mais de 50% de todo o resíduo sólido urbano gerado é proveniente da construção civil, tornando-se um dos principais responsáveis pelo acúmulo de resíduos nas grandes e médias cidades, ocasionando problemas como ordem ambiental, social e financeira, pois grandes partes destes resíduos são descartados diariamente de forma irregular e irresponsável, sem menor preocupação com o meio ambiente.

Paiva e Ribeiro (2011) descreve que para conseguir um Desenvolvimento Sustentável as empresas têm que adotar em seus meios de produção medidas de eficiência e de melhor aproveitamento de todos os recursos usados em sua produção. Tendo como base que dentro de uma obra da construção civil há muito desperdício, como: sobras e quebra de materiais, que podem ter um melhor reaproveitamento com a adoção de novas tecnologias para reutilização destas sobras como a reciclagem destes materiais.

Paiva e Ribeiro (2011) ainda cita que só é possível conseguir uma economia de custos nas produções quando consegue-se diminuir os gastos com os materiais que compõe a construção de uma obra, sendo a partir do melhor aproveitamento das matérias-primas como a eliminação das perdas durante o seu processo.

## 1.1 Justificativa

A crescente exigência por produtos sustentáveis a partir dos consumidores e do cenário econômico global torna indispensável à preocupação com o desenvolvimento de novas tecnologias limpas e um maior uso de materiais reutilizáveis e recicláveis (PISANI, 2005).

Segundo Kakuta e Ribeiro (2007), o consumidor tem se mostrado preocupado com a aquisição e o uso de produtos e serviços sócio ambientalmente sustentável, dentre os diversos aspectos ambientais considerados pelos consumidores, destacam-se: a poluição durante o processo produtivo, a disposição final, a sustentabilidade das matérias-primas e a ética social.

Diante desta situação, torna-se necessário a criação de novos produtos, adotando medidas como o reaproveitamento, a sustentabilidade e o fim do desperdício, assim a proposta do presente trabalho é a utilização de resíduos de construção civil e demolição como agregado para produção de blocos não estruturais, possibilitando a preservação dos recursos naturais empregados na atividade, redução dos impactos ambientais e um melhor aproveitamento dos materiais nos canteiros de obra.

## 1.2 Objetivo Geral

Analisar a utilização de resíduos de construção civil e demolição como agregado para produção de blocos não estruturais no município de Cacoal/RO, abrangendo as normas técnicas aplicáveis e garantindo a preservação do meio ambiente.

## 1.3 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos podem ser citados:

- a) Realizar visita técnica, entrevista e aplicar formulário anexo A e B nas empresas que recolhem RCD e que fabricam blocos não estruturais no município;
- b) Descrever o processo de beneficiamento dos RCD e do processo de fabricação dos blocos não estruturais fabricados com RCD, indicando os custos envolvidos em sua produção;
- c) Identificar a viabilidade econômica do processo de beneficiamento de RCD e da fabricação de blocos não estruturais no município;
- d) Identificar o preço de vendado RCD beneficiado e do bloco fabricado com RCD.



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 A História da Reciclagem dos resíduos de construção civil e demolição

Segundo Schulz e Hendricks (1992), durante a idade moderna predominou a crença de que os materiais naturais eram inesgotáveis, fazendo com que os resíduos fossem descartados para bem longe das grandes cidades, para se evitar o acúmulo do mesmo. Em consequência desta visão todo o recurso disponível da época era direcionado para pesquisas que visavam aumentar a extração da matéria-prima.

De acordo com Leite (2001) o que marcou uma grande mudança desta visão foi a Segunda Guerra Mundial (1939-1945), onde países como a Inglaterra e a Alemanha, surgiram do pós-guerra com enormes quantidades de resíduos de demolições, ocasionados pelos constantes bombardeamentos nas cidades. Conforme o mesmo autor descreve a escassez de dinheiro e o elevado volume de resíduos das construções no local onde deveriam ser reconstruídas as cidades, acarretaram ao desenvolvimento de novas técnicas de fabricação utilizando materiais reciclados, como solução para o problema.

Mesmo após 10 anos do término da Segunda Guerra Mundial em 1955, os centros de reciclagem de resíduos de construção ainda estavam trabalhando para processar todos os resíduos provenientes da guerra, tendo processado pouco mais de 85% do volume existente. Sendo que somente em 1960, 15 anos após o término da guerra foi que conseguiram processar totalmente todos os resíduos de construção existentes, sendo estes materiais reciclados aplicados para construção de cerca de 175.000 casas habitacionais (AFFONSO, 2005).

Segundo Mália (2010) a primeira normativa para a utilização dos RCD na União Européia (UE) foi em 1975, com a Diretiva 75/442/CEE. Tal legislação garantia a eliminação dos resíduos que causassem riscos à saúde da população e do habitat natural, além de estimular a reutilização de resíduos, com o intuito de preservar a natureza. Em 1991, foi publicada a Diretiva 91/156/CEE, que complementa a primeira Diretiva de 1975, visando prevenir a geração dos resíduos, assegurar que cada estado membro da UE se tornasse autossuficiente para a eliminação dos resíduos, além dos objetivos previstos na primeira diretiva.

Já no ano de 2008 foi publicada a Diretiva 2008/98/EC (OJEU, 2008), que obriga aos países membro da UE atingirem a meta de 70% da reciclagem/reutilização dos RCD até o ano de 2020. Com essa diretiva, além de diminuir os RCD, proporciona a criação de novos postos de

trabalho. Segundo Pereira e Vieira (2013) o setor de processamento dos resíduos poderá criar cerca de 563.000 postos de trabalho e se os resíduos comerciais e industriais forem reciclados no mesmo ritmo outros 18.800 postos de trabalho também serão criados.

Conforme Pereira e Vieira (2013), até o ano de 2013, seis países da UE já tinham atingido a meta da Diretiva 2008/98/EC, como demonstra o quadro 1, estes países pode-se destacar três fatores que aceleraram a reciclagem destes resíduos, como: a escassez de matérias-primas; a dificuldade em encontrar terrenos para aterros e medidas legais e econômicas.

**Quadro 1 - Estatística do número de RCD gerados e reciclados na União Européia.**

<b>Estado Membro</b>	<b>Produção (milhões de toneladas)</b>	<b>% Reutilizada ou reciclada</b>
<b>Alemanha</b>	72,4	86%
Áustria	6,6	60%
Bélgica	11,02	68%
Bulgária	7,8	n/a
Chipre	0,73	1%
<b>Dinamarca</b>	5,27	94%
Eslováquia	5,38	n/a
Eslovénia	2,00	53%
Espanha	31,34	14%
<b>Estónia</b>	1,51	92%
Finlândia	5,21	26%
França	85,65	45%
Grécia	11,04	5%
<b>Holanda</b>	23,90	98%
Hungria	10,12	16%
<b>Irlanda</b>	2,54	80%
Itália	46,31	n/a
Letónia	2,32	46%
Lituânia	3,45	60%
Luxemburgo	0,67	46%
Malta	0,80	n/a
Polónia	38,19	28%
Portugal	11,42	5%
<b>Reino Unido</b>	99,10	75%
Roménia	21,71	n/a
Republica checa	14,70	23%
Suécia	10,23	n/a
<b>União Européia 27</b>	<b>531,38</b>	<b>46%</b>

n/a – Sem dados disponíveis.

Fonte: Pereira e Vieira, 2013.

## 2.2 Sustentabilidade

Existem muitos autores que utilizam de diferentes formas para definir sustentabilidade, porém todos com o mesmo conceito de preservar o meio ambiente. Para Bellen (2005) a sustentabilidade é um conceito fundamentalmente normativo, ela implica a manutenção, para cada geração, de um nível socialmente aceitável de desenvolvimento humano. Já segundo Manzini e Vezzoli (2005), a Sustentabilidade refere-se às condições sistêmicas, onde em nível regional e planetário, as atividades humanas não devem interferir nos ciclos naturais com base em tudo o que a resiliência do planeta permite e não devem empobrecer seu capital natural, que será transmitido às gerações futuras. Pereira et al. (2011) define o Desenvolvimento Sustentável como o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades atuais da população, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações, é usufruir sem destruir o ambiente e sem esgotar os recursos naturais, que é a capacidade de integrar as questões sociais, econômicas e ambientais.

Segundo Guaitolini (2010) a sustentabilidade surgiu para minimizar a falta de cuidado com o meio ambiente, estabelecer ações e limites de consumo, não só para os consumidores, mas também para as empresas, que devem desenvolver produtos ecologicamente corretos, com base em materiais e processos que não agridam ao meio ambiente.

Para se alcançar um processo sustentável, Guaitolini (2010) afirma que é importante observar e mudar algumas atitudes em relação a alguns aspectos, tais como:

- a) Utilizar conscientemente os recursos naturais do planeta;
- b) Melhorar a distribuição de renda;
- c) Oferecer mais empregos;
- d) Diminuir as diferenças sociais;
- e) Promover uma melhor distribuição e crescimento ordenado da população das cidades.

Em questão da sustentabilidade nas construções Paula (2010), relata que é de responsabilidade dos empresários e da sociedade e deve ser levada em conta desde construção até o planejamento de qualidade de vida dos moradores. E para isso é necessário à utilização de recursos sustentáveis para a construção de novos empreendimentos.

## 2.3 Boas Práticas Ambientais do Setor de Materiais Cerâmicos

Segundo a Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM, 2013), o correto para que

uma empresa siga aos princípios da sustentabilidade, é organizar o seu processo de maneira que possa atender às exigências ambientais, sociais e econômicas vigentes. Todavia, as boas práticas de fabricação e ambiental estabelecem procedimentos administrativos e técnicos que possibilitam a minimização da produção de resíduos e possíveis despesas. O quadro 2 demonstra as boas práticas que vão além das exigências normativas, contribuindo para a melhoria do ambiente de trabalho, redução de custos e consequentemente ganhos ambientais.

**Quadro 2 - Boas práticas do setor de materiais cerâmico e suas respectivas vantagens.**

	<b>PRÁTICA</b>	<b>VANTAGEM</b>
<b>MELHORIA NO AMBIENTE DE TRABALHO</b>	Otimização do layout.	Evitar perdas no processo.
	Treinamento/conscientização.	
	Armazenamento do produto e de peças cruas em local delimitado, organizado, com piso uniforme e coberto.	
	Uso de embalagens nos produtos finais.	Evita perdas.
	Armazenamento adequado dos resíduos.	Proteção dos trabalhadores. Evita que este se transforme em um problema ambiental.
<b>MELHORES CONTROLES DO PROCESSO</b>	Monitorar a alimentação da mistura, a umidade e temperatura de secagem.	Produto de melhor qualidade capaz de reduzir os custos com energia e água e reduzir a quantidade de resíduos.
	Realização de teste com produtos protótipos.	Controle de qualidade do produto.
	Manutenção preventiva.	Diminuir eventuais paradas e vazamentos.
<b>SUBSTITUIÇÃO DE MATÉRIA-PRIMA E INSUMO</b>	Mistura de resíduos na massa cerâmica.	Diminuição de rejeitos, diminuição do uso de matéria-prima.
	Recuperação de calor no caso de fornos contínuos	Economia de energia e secagem mais rápida.
<b>MUDANÇA DA TECNOLOGIA</b>	Substituição de equipamentos ineficientes	Eficiência energética e aumento de produtividade.
<b>RECICLAGEM INTERNA</b>	Reaproveitamento de produtos crus não conformes.	Economia de matéria-prima e insumos.
<b>RECICLAGEM EXTERNA</b>	Uso de água de chuva para aspersão do pátio e vias internas.	Minimização do consumo de água.

Fonte: FEAM, 2013.

## 2.4 Resíduos de Construção Civil e Demolições

A construção civil gera resíduos na produção de materiais e componentes, nas atividades de canteiros de obra, durante a manutenção, modernização e finalmente na demolição (JOHN, 1996). Estes resíduos possuem inúmeras reutilizações na construção civil, assim como para pavimentação, produção de concretos e argamassas (CARNEIRO et al., 2001). Entretanto a não conformidade na composição desses resíduos é um fator que limita a sua utilização. Em distintas situações não é recomendado o uso dos RCD para a produção de produtos que exijam grandes esforços ou que sejam submetidos a situações extremamente desfavoráveis às condições ambientais (ANGULO, 2000).

De acordo com Rilem (1994), os RCD podem ser classificados em três tipos:

Tipo I – derivado de resíduos de alvenaria;

Tipo II – derivado de resíduos de concreto;

Tipo III – derivado da mistura de materiais reciclados e materiais naturais.

A composição do RCD derivado do tipo III deve seguir às exigências adicionais:

- a) A quantidade mínima de resíduos naturais deve ser 80% em massa;
- b) A quantidade máxima de resíduo Tipo I deve ser 10% em massa.

Já em relação à destinação dos RCD, Mendes et al. (2004), mencionam que o descarte inadequado e o não aproveitamento destes materiais afeta a toda a sociedade, não só pelo aumento do custo final das construções como também pelos custos de remoção e tratamento do entulho. Em grande parte das vezes os resíduos são retirados da obra e descartados ilegalmente em locais como terrenos baldios, margens de rios e de ruas, gerando problemas ambientais e sociais, como a contaminação do solo, a proliferação de insetos e outros fatores, contribuindo para o problema de saúde pública das cidades.

Porém, conforme Oliveira (2004), o acúmulo e destinação inadequada de tal resíduo podem ser controlados, se as empresas e governos municipais se atentarem em criar mecanismos de gerenciamento eficazes e capazes de nortear um uso mais inteligente dos materiais nas frentes de trabalho; contribuir com a separação desses resíduos no local da fabricação, de modo a facilitar o seu reuso posterior; realizar e controlar a disposição do material que não pode ser submetido a processos de reciclagem ou reuso direto em locais apropriados, diminuindo com isso o surgimento de áreas clandestinas, que ocorrem em muitas vezes em áreas de preservação ambiental.

## 2.5 Reciclagem de resíduos de construção civil de demolição

A reciclagem dos RCD pela indústria da construção civil vem se consolidando como uma prática importante para a sustentabilidade, seja atenuando o impacto ambiental gerado pelo setor, seja reduzindo os custos (JOHN, 2000). A reciclagem do RCD reduz a extração de pedras de pedreiras e grandes áreas verdes, poupa águas e florestas, evitando que o RCD seja descartado em rios, riachos, represas e mares e gera trabalho e renda (ABRECON, 2016).

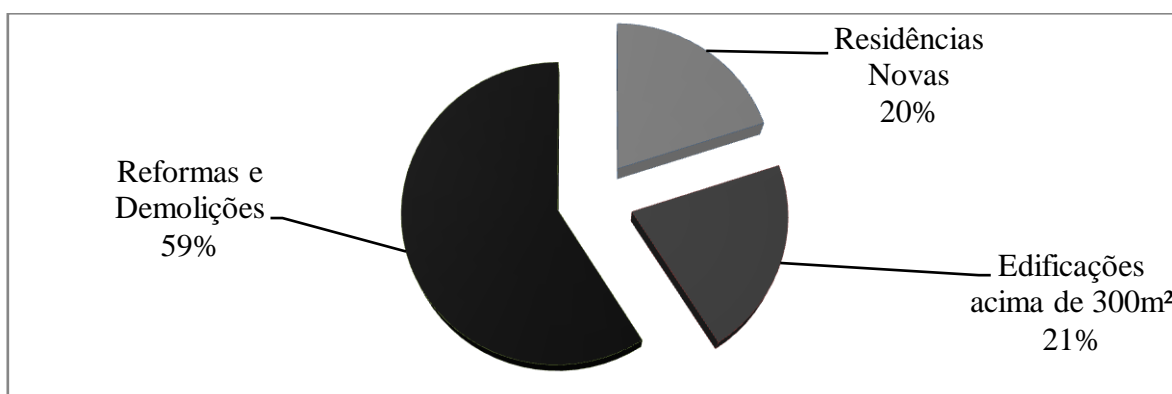
O processo para a reciclagem do RCD é formado por um conjunto de operações de processamento que são: separação, britagem, moagem, peneiramento, triagem e armazenamento, fazendo com que se obtenha um material com específica granulometria e esteja dentro dos limites específicos que possibilitem o seu uso como agregado em concretos, argamassas e atividades de pavimentação (LEVY, 1997).

Segundo Mehta e Monteiro (1994), um dos maiores obstáculos para a reciclagem dos RCD é o custo do seu processamento de britagem, triagem, e a separação dos elementos indesejáveis como metal, madeira, vidro e orgânicos. Estes elementos indesejáveis podem afetar negativamente nas propriedades de resistência, durabilidade, liga e enrijecimento do produto final.

A reciclagem dos RCD no Brasil, segundo Pinto (1999), teve início em 1991, pela Prefeitura de São Paulo/SP, em seguida, em Londrina/PR em 1993, e Belo Horizonte/ MG em 1994. Sendo que os resíduos de construção civil e demolição neste período já correspondiam a mais de 50% da massa dos resíduos sólidos municipais.

E quanto à origem dos RCD nos municípios brasileiros Pinto (1999), estima que 41% sejam gerados nos canteiros de obras e outros 59% gerados pelas atividades de demolição e manutenção de obras. Assim como demonstra Pinto e Gonzales (2005) na Figura 1.

**Figura 1 - Origem dos RCD nos municípios brasileiros.**



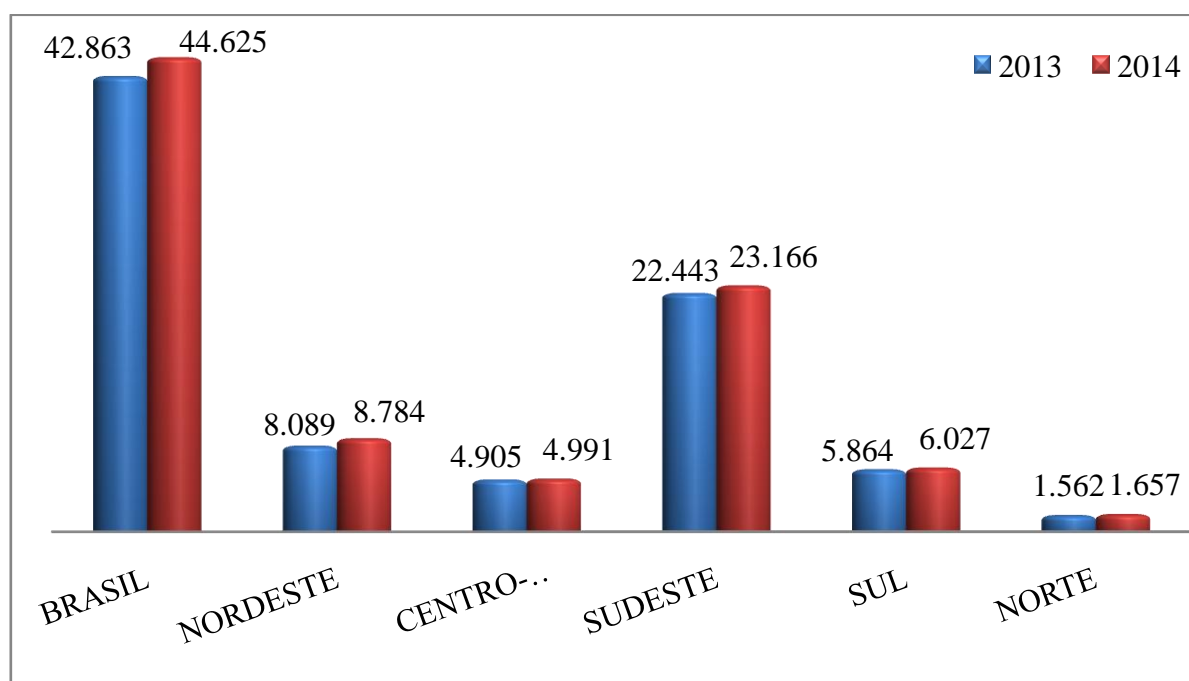
Fonte: Pinto e Gonzales, 2005.

Segundo a divulgação de uma estimativa feita pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), entre os anos de 2013 e 2014 do total de RCD coletado nas cinco regiões do Brasil, observa-se conforme a figura 2, que na região norte no ano de 2014 foram coletados 1.657.000 toneladas de RCD, representando 3,71% do total de RCD coletado no Brasil.

Por sua vez, no quadro 3 observa-se que os dados da coleta de RCD da região norte entre o ano 2013 e 2014, houve um aumento gradativo, sendo que no ano de 2014 a cada dia um habitante produz 0,263 kg de RCD.

Importante mencionar que todos os dados referem-se apenas à coleta executada pelo serviço público, o qual usualmente limita-se a recolher os resíduos desta natureza lançados em vias públicas, pois a responsabilidade da coleta e destino final destes resíduos é de seu gerador.

**Figura 2–Total de RCD coletados no Brasil no ano de 2013-2014. (Mil.t/Ano).**



Fonte: ABRELPE, 2014.

**Quadro 3 – Coleta de RCD na Região Norte**

2013		2014		
RCD Coletado (t/dia)	Índice (kg/hab./dia)	População total (hab.)	RCD Coletado (t/dia)	Índice (kg/hab./dia)
4.280	0,252	17.261.983	4.539	0,263

Fonte: ABRELPE, 2014.

## 2.6 Aplicabilidade dos resíduos de construção civil e demolição

Segundo John e Rocha (2003) há várias possibilidades da utilização dos RCD, devendo considerar as características ambiental, socioeconômico e cultural década região. Dentre as várias possibilidades, Pinto (1999) cita que os RCD podem ser aplicados como: aterro, camadas de base e sub-base para pavimentação, coberturas primárias de vias, fabricação de argamassas de assentamento e revestimento, fabricação de concretos, fabricação de pré-moldados (blocos não estruturais) e etc.

### *2.6.1 Utilização de Resíduos de Construção e Demolição para produção de blocos não estruturais*

Segundo Pagnussat (2004), a produção de blocos não estruturais no Brasil tem ganhado espaço gradativamente como uma solução para a pavimentação de áreas urbanas, devido as suas vantagens técnicas inerentes ao sistema, tais como:

- a) Permitem a utilização imediata do pavimento;
- b) Permitir o acesso à rede subterrânea apenas com a retirada dos blocos, que podem ser recolocados posteriormente ao serviço;
- c) Têm a capacidade de manter a continuidade do pavimento.
- d) Permitem a reutilização das peças;
- e) Fácil assentamento;
- f) Resistem ao ataque de óleos e ao derramamento de combustíveis;
- g) Requerem pouca ou nenhuma manutenção;
- h) Não exigem mão-de-obra especializada e nem de equipamentos especiais;
- i) Pavimento mais permeável, propiciando micro drenagem das águas pluviais.

Um dos diversos formatos de blocos não estruturais é o formato hexagonal, disponíveis em três espessuras: 4 cm, 6 cm ou 8 cm. Que segundo a Norma Brasileira 9.781 estes blocos se diferem em duas categorias de resistência a compressão sendo de 35 MPA onde é indicado para tráfego de veículos comerciais de rotina e de carga eventual, como em uma rua de condomínio ou de pouco movimento, se enquadra nesse quesito os blocos de 4 cm e 6 cm, conhecidos como ladrilhos (figura 3), e de resistência de 50 MPA sendo adequado para muita movimentação e altas cargas, se enquadra nesse quesito os blocos de 8 cm ou mais, conhecidos como bloquetes (figura 4).



**Figura 3- Ladrilhos**

**Fonte: Autor (2016).**

**Figura 4- Bloquetes**

**Fonte: Autor (2016).**

Em relação aos parâmetros avaliativos a serem aplicados, Hood (2006), cita que para os blocos não estruturais, os parâmetros a serem analisados são a resistência à compressão, a taxa de absorção de água e a resistência à escoriação. Conforme o mesmo autor, a substituição do agregado natural por agregado de resíduos de construção e demolição até uma taxa de 50% em massa na produção dos blocos não estruturais não resultou em uma diminuição expressiva da resistência à compressão dos blocos e que a durabilidade foi satisfatória.

Ressaltando a afirmativa de Hood (2006), estudos desenvolvidos por Carneiro (2005) também comprovaram a viabilidade técnica da utilização de resíduos de construção e demolição na produção de blocos não estruturais, sendo que esses blocos forem produzidos com um percentual de até 60% da substituição do agregado natural para o agregado reciclado.

## 2.7 O Município de Cacoal/RO

Segundo Silva (1984), Cacoal teve início em 1960, quando o seringueiro e garimpeiro José Cassimiro Lopes construiu um barraco no lado esquerdo da rodovia e ali permaneceu até o início da década de 70, quando intensificou os trabalhos de abertura da estrada e começaram os problemas, principalmente no inverno quando formavam grandes atoleiros, entre os igarapés Pirarara e Tamarupá. Conforme o mesmo autor cita, como os caminhões não conseguiam prosseguir viagem, os motoristas esperavam na casa do seringueiro, e por passar muito tempo esperando que o atoleiro secasse, começaram a construir barracos para ficarem onde após algum tempo passaram a venderas mercadorias que levavam para evitar que se estragassem, assim os motoristas iam se transformando em comerciantes. Além de que como as terras eram muito férteis os migrantes começaram a invadi-las e iniciaram sua colonização.

De acordo com Kemper (2002), o município de Cacoal foi criado politicamente em 11 de outubro de 1977, por meio do Decreto Lei nº 6.488 e oficialmente instalada no dia 26 de novembro de 1977.

A cidade de Cacoal está localizada no estado de Rondônia, às margens da BR-364, a uma distancia de 477 km da capital Porto Velho (JUNKES, 2002). De acordo com o censo demográfico realizado pelo IBGE no ano de 2010 a população do município é de 78.574 habitantes, estando 16.653 habitantes na zona rural e 61.921 habitantes na zona urbana, com uma estimativa populacional para 2015 de 97.226 habitantes e é um dos cinco maiores municípios do estado de Rondônia, com uma economia sólida e em plena expansão (IBGE, 2015).

Já em relação aos resíduos sólidos, o município de Cacoal a 35 anos depositava o lixo em um terreno próximo a RO 383 desligando-o em setembro de 2011. Após o fechamento a Prefeitura construiu um aterro sanitário distante da área urbana de 16 km, sendo o mesmo desativado em novembro de 2012. O motivo de o aterro ter sido desativado foi a degradação ao meio ambiente da área onde os resíduos eram depositados. Com a desativação do aterro sanitário todo o lixo foi encaminhado para o município de Novo Horizonte, distante de Cacoal 90 km, com previsão de curto prazo, 90 dias, tempo aproximado que se estimava que o aterro

sanitário da cidade de Pimenta Bueno, distante de Cacoal 40 km estivesse pronto. O aterro de Pimenta Bueno estava sendo programado para receber o lixo de sete cidades vizinhas, dentre elas, Cacoal e previa-se seu tempo de vida útil para 30 anos. Devido a irregularidades constatadas no Consórcio que administrava o aterro de Novo Horizonte e o aterro de Pimenta Bueno não estar ativado, Cacoal teve que contratar um aterro sanitário particular na cidade de Vilhena onde encaminha seus resíduos sólidos urbanos para destinação final e tratamento dos resíduos desde 05 de janeiro de 2014. A Prefeitura de Cacoal, através da Secretaria do Meio Ambiente, contratou a empresa Coolpeza Serviços de Limpeza Urbana Ltda da cidade de Jipará para coletar e transportar os resíduos sólidos urbanos e compactáveis no município de Cacoal e distrito de Riozinho, sendo que este serviço de transporte ocorre das residências até o transbordo (antigo aterro sanitário de Cacoal) onde é depositado no solo por algumas horas até a empresa responsável, sendo ela, MFM Soluções Ambientais e Gestão de Resíduos Ltda, conduzi-lo para o aterro sanitário de Vilhena (SEMMA, apud LINK, 2016, p. 21).

## 2.8 Legislação no Brasil referente aos Resíduos de Construção e Demolição

### 2.8.1 Lei Nacional

#### 2.8.1.1 Lei nº 12.305/10 - Política Nacional de Resíduos Sólidos-PNRS

Conforme a Lei nº 12.305/10 que estabelece a PNRS, juntamente com o decreto de lei nº 7.404/2010, que a regulamenta, visa buscar viabilidade aos avanços que o país necessita para enfrentar diversos problemas ambientais, sociais e econômicos derivados do manejo inadequado dos resíduos sólidos. Assim como a PNRS prevê programas de prevenção e a redução na geração de resíduos, tendo como principal proposta à prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de instrumentos que visam propiciar o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos e a destinação adequada dos rejeitos.

Os principais objetivos da PNRS da Lei nº 12.305/10 são definidos no art. 7º:

- a) a não geração, redução, reutilização e tratamento de resíduos sólidos;
- b) destinação final ambientalmente adequada dos rejeitos;
- c) diminuição do uso dos recursos naturais no processo de produção de novos produtos;
- d) intensificação de ações de educação ambiental;
- e) aumento da reciclagem no país;

- f) promoção da inclusão social;
- g) geração de emprego e renda para coletores de materiais recicláveis.

Segundo o Ministério do Meio Ambiente – MMA, a Lei 12.305/10 inclui conceitos modernos de gestão de resíduos sólidos e se dispõe a trazer novas ferramentas à legislação ambiental, entre elas podem se citar:

- a) Acordo Setorial: ato de natureza contratual firmado entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, tendo em vista a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto;
- b) Responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos: conjunto de atribuições dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos pela minimização do volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como pela redução dos impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei;
- c) Logística Reversa: instrumento de desenvolvimento econômico e social, caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada;
- d) Coleta seletiva: coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição;
- e) Ciclo de Vida do Produto: série de etapas que envolvem o desenvolvimento do produto, a obtenção de matérias-primas e insumos, o processo produtivo, o consumo e a disposição final;
- f) Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos – SINIR: tem como objetivo armazenar, tratar e fornecer informações que apoiem as funções ou processos de uma organização. Essencialmente é composto de um subsistema formado por pessoas, processos, informações e documentos, e outro composto por equipamentos e seus meios de comunicação;
- g) Coletores de materiais recicláveis: incentivo a mecanismos que fortaleçam a atuação de associações ou cooperativas.

#### *2.8.1.2 Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA*

De acordo com o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, no uso das competências que lhe foram conferidas, considerando a política urbana de pleno desenvolvimento da função social da cidade e da propriedade urbana, conforme disposto na Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, o CONAMA tem como objetivos: definir as diretrizes das políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais; definir as normas necessárias à execução da política nacional do meio ambiente; definir as normas e os critérios para a autorização de atividades efetivamente ou potencialmente poluentes; contratar a realização de estudos sobre as alternativas e os possíveis efeitos sobre o meio ambiente de projetos públicos ou privados, entre outros objetivos.

O CONAMA visa estabelecer diretrizes que minimizem os impactos ambientais provocados pela ação humana sobre o meio ambiente, estes impactos podem ser negativos quando o homem atua de tal forma que provoca um dano ao meio ambiente, ou positivo quando o homem interage com o meio ambiente visando adequá-lo e adaptá-lo as suas necessidades, sem que cause algum dano, em alguns casos pode haver até mesmo uma melhoria do meio ambiente, devendo assim ser estimulados. O CONAMA conceitua o impacto ambiental em seu art. 1º da resolução nº 01/86 da seguinte forma:

“Art. 1º - Para efeito desta Resolução, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II - as atividades sociais e econômicas;
- III - a biota;
- IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V - a qualidade dos recursos ambientais.”

Dentre as resoluções do CONAMA existem duas resoluções que são mais específicas ao tratamento dos resíduos de construção civil e demolição sendo elas a resolução nº 275/01 e a resolução 307/02.

A resolução CONAMA nº 275/01 considera que a reciclagem de resíduos deve ser incentivada, facilitada e expandida no país para reduzir o consumo de matérias-primas de recursos naturais não renováveis, energia e água, considerando a necessidade de reduzir o crescente impacto ambiental associado à extração, geração, beneficiamento, transporte, tratamento e destinação final de matérias-primas, provocando o aumento de lixões e aterros sanitários, que seja realizado coleta seletiva dos resíduos e a reciclagem destes materiais.

A resolução CONAMA nº 307/02 estabelece prazos para o enquadramento de municípios e de geradores de resíduos de construção e demolição e que esses resíduos não poder ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, nas margens de ruas e rios, lotes vazios e em áreas protegidas por lei. Estabelece que os RCD, dependendo de sua

classificação, devem ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados às áreas de aterro próprias de resíduos da construção civil, onde serão dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.

Para Loturco (2004), a resolução CONAMA nº 307/02 trata-se de um plano integrado de gerenciamento de resíduos de construção civil englobando um programa municipal de gerenciamento de RCD - público, destinado a pequenos geradores e projetos de gerenciamento de RCD - privado, destinado aos grandes geradores, como as construtoras.

Conforme a resolução CONAMA nº 307/02 estabelece diretrizes para que os municípios desenvolvam e programem políticas estruturadas e dimensionadas a partir de cada realidade local. Essas políticas devem assumir a forma de um plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil, sendo estes: programa municipal de gerenciamento dos RCD, com as diretrizes técnicas e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos geradores e transportadores; cadastramento de áreas, públicas ou privadas, aptas para recebimento, triagem e armazenamento; a proibição da disposição dos resíduos de construção em áreas não licenciadas; incentivo à inserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo; ações educativas visando reduzir a geração de resíduos e possibilitar a sua separação.

Para que possa ser melhor gerenciado os RCD, a resolução CONAMA nº 307/02 dividiu o processo de gerenciamento em 5 etapas, sendo:

- I - Caracterização: o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos;
- II - Triagem: deverá ser realizada, preferencialmente na origem, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade;
- III - Acondicionamento: o gerador deve garantir o confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando condições de reutilização e de reciclagem;
- IV - Transporte: deverá ser realizado de acordo com as normas técnicas vigentes;
- V - Destinação: deverá ser prevista de acordo com o estabelecido na Resolução 307/02.

A resolução CONAMA nº 431/11 altera o art. 3º da resolução nº 307/02, aplicando os resíduos de gesso, antes enquadrados na classe C como resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam sua reciclagem ou recuperação, passando para a classe B, que engloba os materiais recicláveis para outras destinações.

A resolução CONAMA nº 348/04 altera o inciso IV do art. 3º da resolução nº 307/02,

incluindo todos os resíduos contendo amianto na classe dos resíduos perigosos.

A resolução CONAMA nº 448/12 altera critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil estabelecidos pela resolução 307/02. Dentre as alterações destacam-se aquelas referentes a adequações nos processos de licenciamento para as áreas de beneficiamento e preservação de resíduos e de disposição final de rejeitos. Definindo o que é aterro de resíduo tipo A, onde são reservados os materiais para usos futuros, como para área de transbordo e triagem de resíduos da construção civil (ATT), gerenciamento e gestão de resíduos sólidos. Assim como a reutilização dos materiais passa a ser um novo objetivo secundário dos geradores de resíduos, fica expressamente proibido a disposição dos RCD em aterros de resíduos domiciliares, devendo ser destinados para aterros de resíduos sólidos urbanos, adequando-se a lei 12.305/2010. O artigo 4º da resolução nº 448/12 do CONAMA definir as ações adequadas para os geradores:

“Art. 4º. Os geradores deverão ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. § 1º Os resíduos da construção civil não poderão ser dispostos em aterros de resíduos sólidos urbanos, em áreas de "bota fora", em encostas, corpos d'água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei.”

#### 2.8.1.3 Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT visa transmitir a sociedade brasileira com o conhecimento sistematizado, por meio de documentos normativos, que permita a produção, a comercialização e o uso de bens e serviços de forma competitiva e sustentável nos mercados interno e externo, proteção do meio ambiente e defesa do consumidor. A ABNT representa importante instrumento para indicar a maneira adequada de tratamento dos resíduos sólidos e serve como parâmetro para poder fiscalizar o cumprimento das normas. Dentre todas as normas da ABNT se destacam algumas que estão diretamente relacionadas com os RCD, estando elas descritas no quadro 4.

**Quadro 4 – Normas técnicas aplicáveis aos RCD.**

(continua)

NORMAS	DESCRIÇÃO
NBR 10004/04	Classificação dos resíduos sólidos.
NBR 10005/04	Lixiviação de resíduos sólidos.
NBR 10006/04	Solubilização dos resíduos sólidos.
NBR 10007/04	Amostragem de resíduos sólidos.

(conclusão)

NBR 11174/90	Armazenamento do resíduo classe II não inertes e III inertes.
NBR 13221/10	Transporte dos resíduos sólidos.
NBR 13463/95	Coleta dos resíduos sólidos.
NBR 15112/04	Resíduos da construção civil e resíduos volumosos.
NBR 15113/04	Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros.
NBR 15114/04	Resíduos sólidos da construção civil - Áreas de reciclagem.
NBR 15115/04	Agregados reciclados de RCC - pavimentação.
NBR 15116/04	Agregados reciclados de RCC - pavimentação e concreto sem função estrutural.

Fonte: ABNT, 2015.

### 2.8.2 Lei Estadual

A gestão dos resíduos sólidos no estado de Rondônia é baseada pela Lei Estadual nº 1.145 de 13 de dezembro de 2002, que cria o Sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do Estado de Rondônia. O Estado objetiva tornar a gestão dos resíduos sólidos em seu território mais eficiente, por meio da atuação da Secretaria de Estado de Meio Ambiente – SEMA e da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental – SEDAM.

A Lei nº 547/93 regulamentada pelo Decreto nº 7.903, de 01/07/97, que dispõe sobre a criação do Sistema Estadual de Desenvolvimento Ambiental de Rondônia - SEDAR e seus instrumentos estabelecem medidas de proteção e melhoria da qualidade de meio ambiente, define a Política Estadual de Desenvolvimento Ambiental e é caracterizado por três fases distintas, sendo elas:

1. LP - Licença Prévia;
2. LI - Licença de Instalação;
3. LO - Licença de Operação.

### 2.8.3 Lei Municipal

Lei nº 3.099/PMC/12 que institui a Política Municipal de Resíduos Sólidos – PMRS, define diretrizes e normas de prevenção da poluição, proteção e recuperação da qualidade do meio ambiente e da saúde pública da municipalidade, assegurando o uso adequado dos recursos naturais no município de Cacoal, dispondo sobre a política municipal de resíduos sólidos e serviço de limpeza urbana.



### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Tipo, abordagem e método da pesquisa

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa de métodos científicos, a fim de alcançar seus objetivos através dos métodos exploratórios, tendo em vista que a utilização de construção e demolição (RCD) como agregado para produção de blocos não estruturais é um problema pouco conhecido e explorado, sendo necessário haver mais conhecimento sobre o assunto.

Segundo Gil (2002) uma pesquisa exploratória têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias. Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado.

Em relação à abordagem a ser utilizada, a presente pesquisa está inserida em duas abordagens, no âmbito qualitativo e quantitativo. Conforme Spratt, Walker e Robison (2004), afirma que utilizar múltiplas abordagens pode contribuir mutuamente para as potencialidades de cada uma delas, além de suprir as deficiências de cada uma. Segundo Fonseca (2002) múltipla abordagens proporciona também respostas com maior abrangência às questões de pesquisa, conforme o quadro 5, indo além das limitações de uma única abordagem.

**Quadro 5 - Comparação dos aspectos da pesquisa qualitativa - quantitativa.**

ASPECTOS	PESQUISA QUANTITATIVA	PESQUISA QUALITATIVA
Enfoque na interpretação do objeto	Menor	Maior
Importância do contexto do objeto pesquisado	Menor	Maior
Proximidade do pesquisador em relação aos fenômenos estudados	Menor	Maior
Alcance do estudo no tempo	Instantâneo	Intervalo maior
Quantidade de fontes de dados	Uma	Varias
Ponto de vista do pesquisador	Externo à organização	Interno à organização
Quadro teórico e hipóteses	Definidas rigorosamente	Menos estruturadas

**Fonte: FONSECA, 2002.**

O método de abordagem do estudo é dedutivo com finalidade básica e técnica de procedimento com pesquisa de campo, haja vista que serão utilizados procedimentos, como aplicação de questionários, entrevistas, protocolos verbais, observações e coleta de dados, tais procedimentos se enquadram conforme Preste (2011) afirma ser uma pesquisa de campo, tendo o objetivo de qualificar, quantificar e descrever diversas situações.

### 3.2 Procedimentos de coletas de dados

Foram realizadas visitas técnicas, entrevista e aplicação do formulário (anexo B) nas empresas que coleta, transporta e descarta os resíduos de construção civil de demolição, para identificar a capacidade de matéria-prima disponível no município. E também foram realizadas visitas técnicas, entrevista e aplicação do formulário (anexo A) nas empresas que fabricam blocos não estruturais no município, para identificar a demanda pelo bloco não estrutural.

Para descrever o processo de beneficiamento de RCD foi utilizado como base, empresas que estão em funcionamento no Brasil. Já para descrever o processo de fabricação de blocos não estruturais foi realizada uma replicação das fábricas do município de Cacoal.

Para identificar a viabilidade econômica do processo de beneficiamento de RCD e da fabricação de blocos não estruturais no município, foi realizado um projeto de implantação de uma usina de beneficiamento de RCD e de fabricação de blocos não estruturais no município, possibilitando a identificação do preço de venda, taxa de retorno do investimento, tempo de retorno do investimento e a margem de lucro do RCD beneficiado e dos blocos não estruturais.

### 3.3 Sujeitos da pesquisa

Os sujeitos da pesquisa foram os proprietários e funcionários de empresas de construção civil, transportadora de RCD, fabricação e venda de blocos não estruturais. Foram utilizados formulários, entrevista e observações para se obter o máximo de informações possível para a execução da análise e comparação dos dados.

### 3.4 Aspectos éticos da pesquisa

A presente pesquisa buscou respeitar todos os preceitos estabelecidos na metodologia

científica, seguindo os aspectos éticos no que se refere às fontes bibliográficas utilizadas. Durante a execução da pesquisa procurou-se manter a identidade das empresas e as pessoas em sigilo, sendo estas identificadas por nomes fantasias, mantendo assim o caráter imparcial da pesquisa.

O pesquisador buscou não imputar qualquer expressão de caráter pessoal nas informações, resultados e conclusões da pesquisa. Para Prodanov e Freitas (2013), ética se trata do comportamento humano que segue preceitos moralmente aceitos pela sociedade, devendo essa postura também ser aplicada nas pesquisas científicas, por buscar sistematicamente o conhecimento por observação, identificação, descrição e investigação experimental, sempre produzindo resultados replicáveis.

### 3.5 Local da pesquisa

A pesquisa foi realizada em empresas de construção, transportadora de RCD, fabricação e venda de blocos não estruturais no município de Cacoal/RO.

### 3.6 Análise de dados

Após a realização de coleta de dados através das ferramentas citadas, o passo seguinte da pesquisa foi à elaboração de planilhas em Excel com os resultados da coleta de dados, visitas técnicas e dos formulários Anexo A e B. Esses dados foram essenciais e serviram como base para a realização dos objetivos, desenvolvimento e conclusão deste trabalho.

## 4 ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 4.1 Processo produtivo

#### *4.1.1 Processamento dos resíduos de construção e demolição*

Para utilização dos resíduos de construção e demolição como matéria-prima para fabricação de novos produtos é necessário realizar seu beneficiamento, pois os mesmos encontram-se normalmente em grandes dimensões. Segundo Angulo (2003) para realizar o beneficiamento dos RCD são necessárias quatro operações unitárias sendo elas: coleta e separação de materiais, britagem, moagem, peneiramento, triagem e armazenamento.

##### *4.1.1.1 Coleta e separação de materiais*

Nesta operação são separados os materiais indesejáveis como metal, madeira, vidro e orgânicos que são encaminhados posteriormente a uma unidade de tratamento adequado. Estes materiais indesejáveis podem afetar negativamente nas propriedades de resistência, durabilidade, liga e enrijecimento do produto final fabricado com o RCD (MEHTA e MONTEIRO, 1994).

São necessários os seguintes equipamentos para a separação dos materiais:

1. Eletroímã circular 30 polegadas, valor R\$ 15900,00 (ASSISTEC, 2016);
2. Esteira transportadora SDH-108, largura 1 m e comprimento 8,80 m, capacidade de 100 kg/metro e velocidade fixa de 10 m/min, valor R\$ 8000,00 (MANUTEC, 2016);
3. 2 (dois) ajudantes de produção, valor R\$ 2.649,60 (Piso Salarial, 2016);
4. Retroescavadeira JCB 3C, valor R\$ 165.000,00 (JCB BRASIL, 2016);
5. 1 (um) motorista de máquinas pesadas, valor R\$ 1.445,00 (Piso Salarial, 2016);

##### *4.1.1.2 Britador e moagem*

A operação de britagem e moagem também denominada como operação de redução de tamanho se distinguem pelo tamanho da granulometria do material final desejado. São operações que podem ser realizadas com equipamentos imóveis ou moveis (BRITO FILHO, 1999).

Equipamento necessário para britagem e moagem imóvel:

1. Britador 5030 (figura 5), capacidade 20 m<sup>3</sup> por hora, valor R\$ 139.000,00 (MAPRE, 2016).

**Figura 5– Britador 5030**



Fonte: MAPRE, 2016.

Equipamento necessário para britagem e moagem móvel:

1. Caçamba Trituradora Mb-C50 S2 (figura 6), capacidade 10 m<sup>3</sup> por hora, valor R\$ 123.000,00 (MB CRUSHER, 2016). Equipamento deve ser acoplado a retroescavadeira JCB 3C.

**Figura 6– Caçamba Trituradora Mb-C50 S2**



Fonte: MB CRUSHER, 2016.

#### *4.1.1.3 Peneiramento*

A operação de peneiramento tem finalidade de separar os materiais conforme sua granulometria desejada, separando os grãos finos dos graúdos (ANGULO, 2003).

Equipamento necessário para peneiramento:

1. Peneira vibratória, valor R\$ 59.000,00 (MAPRE, 2016).

#### *4.1.1.4 Triagem e armazenamento*

A operação de triagem é realizada conforme o tamanho da granulometria dos RCD, a cada tamanho de granulometria desejado existe uma esteira que transporta o material até as pilhas de armazenagem a céu aberto (ANGULO, 2003).

Equipamento necessário para triagem:

1. 3 (três) esteira transportadora SDH-108, largura 1 m e comprimento 8,80 m, capacidade de 100 kg/metro e velocidade fixa de 10 m/min, valor R\$ 24.000,00 (MANUTEC, 2016);

**Figura 7– Triagem e armazenamento dos RCD.**



Fonte: INAC, 2016.

#### *4.1.2 Produção de blocos não estruturais utilizando RCD*

Segundo Medeiros (1993), para a produção de blocos não estruturais utilizando RCD são utilizados os mesmos métodos de fabricação de blocos tradicionais, onde passam por cinco operações unitárias sendo elas: mistura, preenchimento do molde, compactação, cura e armazenagem.

São necessários os seguintes materiais para sua produção:

1. Cimento CP II, ideal para fabricação de blocos estruturais, pisos, artefatos de cimento, pré-moldados e obras com constante contato com esgoto (Votorantim, 2016);
2. Pedrisco, muito requisitado para fabricação de vigas e vigotas, lajes pré-moldadas, pisos intertravados, tubos, blocos, bloquetes, paralelepípedos de concretos, chapiscos e acabamentos em geral, com granulometria entre 4,5 mm a 9,5 mm (ENGEPAC, 2016);
3. Areia média, areia com granulometria entre 0,20 mm e 0,60 mm (NBR 7214:2015);
4. RCD beneficiado, com granulometria entre 0,20 mm a 0,60 mm e 4,5 mm a 9,5 mm. Material utilizado para substituição de até 60% do pedrisco e areia media (CARNEIRO, 2005).

##### *4.1.2.1 Mistura*

A operação de mistura dos materiais tem papel fundamental para garantir a uniformidade da qualidade dos blocos. Assim como a sequência de colocação dos materiais e o tempo adequado de mistura devem ser definidos em função do tipo de produto a ser fabricado no processo (SOUZA, 2001).

Equipamento necessário para mistura:

1. Betoneira 400 litros – Metalpama (figura 8), consumo 1,5 KWh, valor R\$ 2.450,00 (Royal Máquinas, 2016).
2. 1 (um) ajudantes de produção, valor R\$ 1.324,80 (Piso Salarial, 2016);



**Figura 8 – Betoneira 400 litros.**



**Fonte: Royal Maquinas, 2016.**

#### *4.1.2.2 Preenchimento do molde e compactação*

Segundo Souza (2001), para fabricação de ladrilhos com resistência de 35 MPa e espessura de 4 cm e 6 cm, os moldes são preenchidos e transportados para uma mesa vibratória onde fica por 30 segundos para serem compactados, já para fabricação de bloquetes com resistência de 50 MPa e espessura de 8 cm, os moldes são preenchidos em uma máquina vibro-prensa e são compactados através da vibração e prensagem. Conforme cita MEDEIROS (1993), a sequência básica de funcionamento das máquinas vibro-prensas durante a moldagem dos blocos resumem-se nas seguintes etapas: preenchimento da gaveta alimentadora com a mistura destinada a moldagem dos blocos; preenchimento do molde metálico onde os blocos são moldados. Esta fase é acompanhada por vibração do molde; compactação dos blocos. Esta fase também é acompanhada de nova vibração do molde finalizando quando a altura desejada para os blocos é atingida; desforma dos blocos; o molde metálico desce então para sua posição original, preparando-se para um novo ciclo.

Equipamento necessário para operação de preenchimento do molde e compactação:

1. Molde para blocos sextavados, valor R\$ 15,00 unidade (MAQBARROS, 2016).
2. 1 (uma) Mesa vibratória MV- 4 m x 1 m, valor R\$ 6.000,00 (PECFORMAS, 2016).



3. Vibro-prensa QMA 3 – Pneumática + Compressor 15 pés, capacidade de 90 m<sup>2</sup> dia, valor R\$ 19.000,00 (QUALYMAQUINA, 2016).
4. 3 (três) ajudantes de produção, valor R\$ 3.974,40 (Piso Salarial, 2016);

**Figura 9 – Vibro-prensa QMA 3**



Fonte: QualyMaquina, 2016.

#### 4.1.2.3 Cura

Segundo Tango (1984), a operação de cura visa proporcionar aos blocos, condições de umidade, temperatura e pressão, necessárias para uma adequada reação do cimento ao produto, qualquer modificação nessas condições pode refletir diretamente na característica final dos blocos. Conforme o mesmo autor, a escolha adequada do processo de cura pode ter como resultado redução no consumo de cimento e no tempo necessário de cura.

Existem três tipos de cura, que são utilizadas na produção dos blocos: cura através de autoclaves; cura natural ou ao ar livre e cura em câmara a vapor (TANGO, 1984).

A cura através de autoclaves utiliza temperatura entre 150 e 205° C e pressão de aproximadamente 1 MPa. Este método é pouco utilizado devido aos altos custos de implantação (MEDEIROS, 1993).

A cura natural é amais utilizada em situações onde a exigências de desempenho para os blocos são menores e as condições climáticas favorecem o rápido endurecimento do bloco e principalmente por ser de baixo custo (MEDEIROS, 1993; TANGO, 1984).

A cura a vapor é o sistema de cura mais utilizado em grandes indústrias de blocos,

onde os blocos secam dentro de estufas, este sistema é utilizado quando se exige de seus blocos um melhor desempenho e em menor tempo, o ciclo de cura a vapor normalmente dura 24 horas (MEDEIROS, 1993).

#### *4.1.2.4 Armazenagem*

Segundo Pagnussat (2004), os blocos são armazenados cobertos, protegidos da chuva em pilhas de até 1,5 metros de altura, em terreno plano sobre um lastro de brita ou piso cimentado, identificados com placas detalhadas e próximos ao local de transporte.

**Figura 10– Cura natural e Armazenagem.**



**Fonte: PMP, 2015.**

## 4.2 Empresas pesquisadas

### *4.2.1 Empresas que fabricam blocos não estruturais*

Foi constatado no município de Cacoal/RO o quantitativo de 4 (quatro) empresas que fabricam blocos não estruturais, em todas as empresas não foi relatado nenhum tipo de preferência ou de requisito para a venda dos blocos não estruturais, assim como em todas as empresas não possuem informações de qual a principal aplicação dos blocos, porém constam que eles podem ser aplicados em calçadas, garagens, estacionamentos e ruas.

Em todas as quatro empresas além de produzirem blocos não estruturais de diferentes dimensões também são fabricadas:

- a) Lajes pré-moldadas;

- b) Manilhas;
- c) Lixeiras;
- d) Tampas para poço;
- e) Pé para antena;
- f) Padrão de luz;
- g) Poste para cerca.

Para as quatro empresas pesquisadas foram adotadas nomes fictícios como A, B, C e D, e suas informações seguem nos quadro abaixo:

**Quadro 6 – Informações das empresas que fabricam blocos não estruturais**

Empresa	Tempo de empresa	BLOCOS NÃO ESTRUTURAIS		
		Dimensão	Produção média mensal	Valor m²
A	3 meses	8x33x33	180 m²	R\$ 45,00
		6x33x33	80 m²	R\$ 35,00
		4x33x33	240 m²	R\$ 28,00
B	6 anos	8x33x33	460 m²	R\$ 48,00
		6x33x33	180 m²	R\$ 39,00
		4x33x33	560 m²	R\$ 29,00
C	7 anos	8x33x33	420 m²	R\$ 48,00
		6x33x33	160 m²	R\$ 38,00
		4x33x33	320 m²	R\$ 26,00
D	4 anos	8x33x33	440 m²	R\$ 45,00
		6x33x33	280 m²	R\$ 40,00
		4x33x33	620 m²	R\$ 34,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Quadro 7 – Custo presente dos materiais**

Material	Volume m³	Custo
Cimento	0,042	R\$ 30,00
Pedrisco	1	R\$ 85,00
Areia média	1	R\$ 75,00

Obs. 50 kg de cimento = 0,042 m³ (PRODETEC, 2016).

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Quadro 8 - Proporção de materiais na mistura do concreto (traço)**

<b>EMPRESA</b>	<b>Material</b>	<b>Volume m³</b>	<b>Preço</b>	<b>Porcentagem</b>
<b>A</b>	Cimento	0,042	R\$ 30,00	25,00%
	Pedrisco	0,042	R\$ 3,57	25,00%
	Areia média	0,084	R\$ 6,30	50,00%
<b>Total</b>		<b>0,168</b>	<b>R\$ 39,87</b>	<b>100,00%</b>
<b>B</b>	Cimento	0,042	R\$ 30,00	22,22%
	Pedrisco	0,042	R\$ 3,57	22,22%
	Areia média	0,105	R\$ 7,88	55,56%
<b>Total</b>		<b>0,189</b>	<b>R\$ 41,45</b>	<b>100,00%</b>
<b>C</b>	Cimento	0,042	R\$ 30,00	25,00%
	Pedrisco	0,042	R\$ 3,57	25,00%
	Areia média	0,084	R\$ 6,30	50,00%
<b>Total</b>		<b>0,168</b>	<b>R\$ 39,87</b>	<b>100%</b>
<b>D</b>	Cimento	0,042	R\$ 30,00	15,56%
	Pedrisco	0,096	R\$ 8,16	35,56%
	Areia média	0,132	R\$ 9,90	48,89%
<b>Total</b>		<b>0,270</b>	<b>R\$ 46,89</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Quadro 9 – Especificações dos blocos não estruturais**

<b>Espessura</b>	<b>Dimensões</b>	<b>Área M²</b>	<b>Volume M³</b>
0,08	0,33 x 0,33	0,070732625	0,00565861
0,06	0,33 x 0,33	0,070732625	0,004243957
0,04	0,33 x 0,33	0,070732625	0,002829305

OBS. Todas as unidades estão em metros (m).

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Quadro 10 - Quantidade de blocos produzidos com 50 kg de cimento**

Empresa	Dimensões do Bloco	Quantidade de peças	Quantidade de m² coberto	Custo de M.P.	Custo de M.P. por m²	Lucro bruto por m²
A	(8x33x33)	29,68927004	2,1 m²	R\$ 39,87	18,99	26,01
	(6x33x33)	39,58569339	2,8 m²		14,24	20,76
	(4x33x33)	59,37854008	4,2 m²		9,50	18,50
B	(8x33x33)	33,4004288	2,3625 m²	R\$ 41,45	17,55	30,45
	(6x33x33)	44,53390506	3,15 m²		13,16	25,84
	(4x33x33)	66,80085759	4,725 m²		8,78	20,22
C	(8x33x33)	29,68927004	2,1 m²	R\$ 39,87	18,99	29,01
	(6x33x33)	39,58569339	2,8 m²		14,24	23,76
	(4x33x33)	59,37854008	4,2 m²		9,50	16,50
D	(8x33x33)	47,71489828	3,375 m²	R\$ 46,89	13,89	31,11
	(6x33x33)	63,61986437	4,5 m²		10,42	29,58
	(4x33x33)	95,42979656	6,75 m²		6,95	27,05

M.P. = Matéria-prima.

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.2.2 Empresas que coletam resíduos de construção e demolição

O município de Cacoal/RO possui 3 (três) empresas que coletam entulhos, para essas empresas foram estabelecidos nomes fictícios com X, Y e Z. As informações recolhidas foram baseadas nos dados dos últimos 12 meses, conforme análise dos proprietários, nas três empresas analisadas todos os resíduos de construção civil e demolição coletado denominado “limpo”(figura 11) (sem a presença de materiais como: plásticos, vidros, madeiras, ferros e orgânicos),proveniente de reformas (figura 13) e demolições (figura 14), são vendidos para terceiros com finalidades como: para aterros na área urbana e rural, camadas de base e sub-base para pavimentação, nivelamento de estradas rurais e coberturas primárias de vias (figura 12).Em todas as empresas não foram constatadas nenhum tipo de controle específico quanto à quantidade de resíduos de construção civil e demolição coletado, somente possuem planilhas com a quantidade total de caçambas coletadas mensalmente. Na coleta dos resíduos não é realizado nenhum tipo de distinção dos materiais por caçamba, fazendo com que os locatários armazenem materiais como plásticos, vidros, madeiras, ferros e orgânicos em uma única caçamba geral.



**Figura 11– Resíduo de construção e demolição limpo**



Fonte: Autor (2016).

**Figura 12– Utilização de RCD para nivelamento de vias**



Fonte: Autor (2016).



**Figura 13– Resíduos proveniente de reforma**



Fonte: Autor (2016).

**Figura 14– Resíduos de demolição**



Fonte: Autor (2016).

As características de cada empresa que coletam entulhos no município de Cacoal/RO estão dispostas nos quadros a seguir:

**Quadro 11 – Informações das empresas de coletam entulho**

<b>EMPRESA</b>	<b>QUANTIDADE DE CAMINHÕES</b>	<b>QUANTIDADE DE CAÇAMBAS ESTACIONÁRIAS</b>	<b>VOLUME DE CADA CAÇAMBA</b>
X	2	123	5 m <sup>3</sup>
Y	2	103	5 m <sup>3</sup>
Z	1	21	5 m <sup>3</sup>

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Quadro 12 – Quantidade de RCD coletado por mês**

<b>EMPRESA</b>	<b>QUANTIDADE MÉDIA DE CAÇAMBAS COLETADAS POR MÊS</b>	<b>PORCENTAGEM DE RCD</b>	<b>QUANTIDADE DE RCD EM M<sup>3</sup></b>	<b>QUANTIDADE DE RCD EM KG</b>
X	200	60%	600	900.000 Kg
Y	80	50%	200	300.000 Kg
Z	50	70%	175	262.500 Kg
<b>TOTAL</b>	<b>330</b>	<b>-</b>	<b>975 m<sup>3</sup></b>	<b>1.462.500 Kg</b>

Obs. 1 m<sup>3</sup> de RCD = 1500 kg (PRODETEC, 2016).

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Quadro 13 – Valor do m<sup>3</sup> de RCD**

<b>EMPRESA</b>	<b>VALOR DO ALUGUEL DA CAÇAMBA ESTACIONÁRIA</b>	<b>VALOR DA CAÇAMBA DE RCD</b>	<b>VALOR DO M<sup>3</sup> DE RCD</b>
X	R\$ 100,00	R\$ 100,00	R\$ 20,00
Y	R\$ 80,00	R\$ 50,00	R\$ 10,00
Z	R\$ 100,00	R\$ 50,00	R\$ 10,00

Fonte: Elaborado pelo autor.



### 4.3 Instalação de usina de beneficiamento de RCD

O projeto de instalação de uma usina de beneficiamento de resíduos de construção e demolição no município de Cacoal/RO tem capacidade instalada para produção de 160 m³ por dia e 3.520 m³ por mês, um total de 72,3% superior à capacidade necessária para processar a matéria-prima disponível no município, sendo que são coletados mensalmente 975 m³ de RCD no município, conforme descrito no quadro 12.

Para otimizar a utilização da capacidade instalação da usina deve se maximizar a coleta de RCD, para isso, deve se desenvolver procedimentos que possibilitem a separação dos resíduos indesejáveis e coleta seletiva nos próprios canteiros de obras, com a utilização de caçambas diferentes para cada tipo de material recolhido nas obras, assim os RCD saem das obras de forma limpa, tornando acessível à reciclagem do mesmo, outra forma de garantir um maior quantitativo de matéria-prima é abranger a coleta de RCD para os municípios circunvizinhos.

O custo para implantação da usina de beneficiamento de RCD é de R\$ 417.500,00, correspondente a aquisição de máquinas e equipamentos para escritório, e o custo de capital de giro para 6 meses é de R\$ 133.521,72, conforme os dados do quadro 16. O custo de investimento total da usina e o capital de giro é 100% capital de terceiro, a uma taxa de juros de 1,04% a.m., parcelado em 6 (seis) anos, com tempo de carência de 6 (seis) meses, conforme anexo C, financiado pelo Banco BNDES que oferece recursos para projetos de investimentos de implantação, ampliação, recuperação e modernização, bem como a aquisição de máquinas e equipamentos novos, automação e cursos e treinamento de pessoal relacionado ao projeto, o financiamento limita que o total de capital de giro não poderá ser superior a 50% do valor total do projeto.

O custo total anual do financiamento de investimento e o capital de giro para os 6 mês iniciais da usina, seguem no quadro abaixo:

**Quadro 14 – Custo anual do financiamento para usina de beneficiamento de RCD**

ANO					
2017	2018	2019	2020	2021	2022
117.666,10	157.062,06	144.538,84	132.015,62	119.492,40	106.969,18

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para obter uma rápida fatia do mercado, os produtos gerados a partir do beneficiamento do RCD são vendidos a 10% mais baratos do que o produto natural da mesma qualidade. Conforme demonstra o quadro 15.

**Quadro 15 – Preço de venda para os produtos beneficiados do RCD**

MATERIAL	PREÇO	
	Recurso natural	Resíduos de Construção e Demolição
AREIA MÉDIA	75,00R\$/m³	67,50R\$/m³
PEDRISCO	85,00R\$/m³	76,50 R\$/m³

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Quadro 16 – Custo para implantação de usina de beneficiamento de RCD**

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	VALOR
<b>MÁQUINAS</b>		
Eletroímã	1	R\$15.900,00
Esteira transportadora	4	R\$32.000,00
Retroescavadeira	1	R\$ 165.000,00
Britador	1	R\$ 139.000,00
Peneira vibratória	1	R\$59.000,00
<b>TOTAL</b>		<b>R\$ 410.900,00</b>
Computador	1	R\$ 3.000,00
Mesa/Estação de trabalho	1	R\$500,00
Cadeira executiva	1	R\$500,00
Cadeira recepção	2	R\$300,00
Ar condicionado Split 12.000 btus	1	R\$ 1.400,00
Equipamento telefone	1	R\$100,00
Filtro de água	2	R\$800,00
<b>TOTAL</b>		<b>R\$ 6.600,00</b>
<b>CUSTOS FIXOS</b>		
<b>Descrição</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor</b>
Aluguel	-	R\$4.000,00
Salário ajudante de produção	2	R\$2.649,60
Salário motorista de máquinas pesadas	1	R\$1.445,00
Depreciação mensal máquinas de produção	0,8333%	R\$3.424,17
<b>TOTAL</b>		<b>R\$ 11.518,77</b>
<b>CUSTOS VARIÁVEIS</b>		
<b>Descrição</b>		<b>Valor</b>
Energia para produção (consumo 1.000 KWh/mês)		R\$ 633,45
Água para produção (consumo 50 m³/mês)		R\$ 351,40
Matéria-prima		R\$9.750,00
<b>TOTAL</b>		<b>R\$ 10.734,85</b>

1 KWh = R\$ 0,63345

M³ de água = R\$ 7,028

Fonte: Elaborado pelo autor.

O lucro anual e a margem de lucro da usina para os próximos 6 anos, são representados nos quadros abaixo, divididos por 3 formas de produção sendo a primeira a fabricação de 100% de pedrisco, a segunda de 100% de areia média e a terceira de 50% de cada produto.

**Quadro 17 – Lucro anual da usina fabricando 100% de pedrisco**

	2017	2018	2019	2020	2021	2022
RECEITA	898.050,00	898.050,00	898.050,00	898.050,00	898.050,00	898.050,00
(-) Inv.	117.666,10	157.062,06	144.538,84	132.015,62	119.492,40	106.969,18
(-) C.F.	138.225,24	138.225,24	138.225,24	138.225,24	138.225,24	138.225,24
(-) C.V.	128.818,20	128.818,20	128.818,20	128.818,20	128.818,20	128.818,20
= Lucro	513.340,46	473.944,50	486.467,72	498.990,94	511.514,16	524.037,38
M.L	<b>57,16%</b>	<b>52,77%</b>	<b>54,17%</b>	<b>55,56%</b>	<b>56,96%</b>	<b>58,35%</b>

Inv. = Investimento. C.F = Custos fixos. C.V = Custos variáveis. M.L = Margem de lucro.

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Quadro 18 – Lucro anual da usina fabricando 100% de areia média**

	2017	2018	2019	2020	2021	2022
RECEITA	789.750,00	789.750,00	789.750,00	789.750,00	789.750,00	789.750,00
(-) Inv.	117.666,10	157.062,06	144.538,84	132.015,62	119.492,40	106.969,18
(-) C.F.	138.225,24	138.225,24	138.225,24	138.225,24	138.225,24	138.225,24
(-) C.V.	128.818,20	128.818,20	128.818,20	128.818,20	128.818,20	128.818,20
= Lucro	405.040,46	365.644,50	378.167,72	390.690,94	403.214,16	415.737,38
M.L	<b>51,29%</b>	<b>46,30%</b>	<b>47,88%</b>	<b>49,47%</b>	<b>51,06%</b>	<b>52,64%</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Quadro 19 – Lucro anual da usina fabricando 50% de cada produto**

	2017	2018	2019	2020	2021	2022
RECEITA	842.400,00	842.400,00	842.400,00	842.400,00	842.400,00	842.400,00
(-) Inv.	117.666,10	157.062,06	144.538,84	132.015,62	119.492,40	106.969,18
(-) C.F.	138.225,24	138.225,24	138.225,24	138.225,24	138.225,24	138.225,24
(-) C.V.	128.818,20	128.818,20	128.818,20	128.818,20	128.818,20	128.818,20
= Lucro	457.690,46	418.294,50	430.817,72	443.340,94	455.864,16	468.387,38
M.L	<b>54,33%</b>	<b>49,66%</b>	<b>51,14%</b>	<b>52,63%</b>	<b>54,11%</b>	<b>55,60%</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

A taxa de retorno do investimento – TRI da empresa de beneficiamento de RCD para os três cenários de produção seguem no quadro 20. E o tempo de retorno do investimento – Payback segue no quadro 21.

**Quadro 20 - Taxa de retorno do investimento - Usina de beneficiamento de RCD**

<i>Fórmula</i>	$TRI = \frac{\text{Lucro Líquido}}{\text{Ativo Total}}$
<b>PRODUÇÃO</b>	<b>TRI</b>
100% de pedrisco	$TRI = \frac{513.340,46}{551.021,72} = 93,16\%$
100% de areia	$TRI = \frac{405.040,46}{551.021,72} = 73,51\%$
50% de cada produto	$TRI = \frac{457.690,46}{551.021,72} = 83,06\%$

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Quadro 21 - Taxa de retorno do investimento - Usina de beneficiamento de RCD**

<i>Fórmula</i>	$PAYBACK = \frac{100\%}{TRI}$
<b>PRODUÇÃO</b>	<b>PAYBACK</b>
100% de pedrisco	$PAYBACK = \frac{100\%}{93,16\%} = 1,07 \text{ anos}$
100% de areia	$PAYBACK = \frac{100\%}{73,51\%} = 1,36 \text{ anos}$
50% de cada produto	$PAYBACK = \frac{100\%}{83,06\%} = 1,2 \text{ anos}$

Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 4.4 Instalação de fábrica de blocos não estruturais

O projeto de instalação da fábrica de blocos não estruturais fabricados com agregados de RCD tem capacidade instalada para produção de 90 m<sup>2</sup> por dia e 1980 m<sup>2</sup> por mês de blocos sextavados, um total de 24,2% superior à capacidade necessária para produzir o total

de blocos demandado, sendo que a demanda mensal é de 1500 m<sup>2</sup> de blocos no município conforme descrito no quadro 6. O percentual de 24,2% de ociosidade é aceitável, tendo em vista que a demanda de 1500 m<sup>2</sup> de blocos não estruturais é uma média e pode oscilar assim a fábrica estará capacitada para suprir a demanda do mercado. Na fabricação dos blocos foram substituídos 60% da matéria-prima dos materiais naturais por agregados de RCD.

Para realizar o cálculo de consumo de matéria-prima (areia natural, areia reciclada de RCD, pedrisco natural e o pedrisco reciclado de RCD) foram considerados 100% de produção do bloco sextavado de dimensão 8x33x33, por possui o maior consumo de matéria-prima e maior lucro bruto por m<sup>2</sup>, conforme análise do quadro 10, e o traço de produção da empresa D, descritos no quadro 8. O total de matéria-prima utilizada pelo método tradicional e o método com aplicação de RCD para fabricação de 1500 m<sup>2</sup> de blocos são os seguintes:

**Quadro 22 – Custo de fabricação pelo método tradicional e com aplicação de RCD**

<b>MÉTODO TRADICIONAL</b>		
<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>QUANTIDADE TOTAL</b>	<b>VALOR</b>
Cimento	445 unidades	13.350,00
Pedrisco natural	42,67 m <sup>3</sup>	3.626,95
Areia média natural	58,67 m <sup>3</sup>	4.400,25
<b>TOTAL</b>		<b>21.377,20</b>
<b>MÉTODO COM APLICAÇÃO DE RCD</b>		
<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>QUANTIDADE TOTAL</b>	<b>VALOR</b>
Cimento	445 unidades	13.350,00
40% Pedrisco natural	17,068 m <sup>2</sup>	1.450,78
40% Areia média natural	23,468 m <sup>2</sup>	1.760,10
60% Pedrisco reciclado	25,602 m <sup>2</sup>	1.958,555
60% Areia média reciclado	35,202 m <sup>2</sup>	2.376,135
<b>TOTAL</b>		<b>20.895,57</b>

**Fonte:** Elaborado pelo autor.

A utilização de RCD como agregado para produção de blocos não estruturais reduz 2,25% do custo da matéria-prima em relação ao método tradicional de fabricação.

Todos os custos envolvidos para a implantação da fábrica de blocos não estruturais estão descritos nos quadros a seguir:

**Quadro 23 – Custo para implantação de fábrica de blocos não estruturais com RCD**

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	VALOR
Betoneira 400 litros	1	R\$ 2.450,00
Molde para blocos sextavados	1000	R\$ 15.000,00
Mesa vibratória	1	R\$ 6.000,00
Vibro-prensa + Compressor 15 pés,	1	R\$ 19.000,00
<b>TOTAL</b>		<b>R\$ 42.450,00</b>
Computador	1	R\$ 3.000,00
Mesa/Estação de trabalho	1	R\$500,00
Cadeira executiva	1	R\$500,00
Cadeira recepção	2	R\$300,00
Ar condicionado Split 12.000 btus	1	R\$ 1.400,00
Equipamento telefone	1	R\$100,00
Filtro de água	1	R\$400,00
<b>TOTAL</b>		<b>R\$ 6.200,00</b>
<b>CUSTOS FIXOS</b>		
DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	VALOR
Aluguel	-	R\$2.000,00
Salário ajudante de produção	4	R\$5.299,20
Depreciação mensal máquinas de produção	0,8333%	R\$ 353,75
<b>TOTAL</b>		<b>R\$7.652,95</b>
<b>CUSTOS VARIÁVEIS</b>		
DESCRIÇÃO		VALOR
Energia para produção (consumo 600KWh/mês)		R\$ 380,07
Água para produção (consumo 50 m³/mês)		R\$ 351,40
40% Matéria-prima areia natural		R\$1.760,10
60% Matéria-prima areia reciclada de RCD		R\$2.376,135
40% Matéria-prima pedrisco natural		R\$1.450,78
60% Matéria-prima pedrisco reciclado de RCD		R\$1.958,555
<b>TOTAL</b>		<b>R\$8.277,04</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

O investimento total de R\$ 48.650,00 e o capital de giro para 2 meses de R\$ 31.859,98 da fábrica é 100% capital de terceiro, financiado pelo Banco BNDES, a uma taxa de juros de 1,04% a.m., parcelado em 1 (um) anos, com tempo de carência de 6 (seis) meses, conforme anexo D. O custo mensal do financiamento segue no quadro 24.

**Quadro 24 – Custo trimestral do financiamento para fábrica de blocos não estruturais**

1° trimestre	2° trimestre	3° trimestre	4° trimestre
R\$ 2.515,95	R\$ 2.515,95	R\$ 42.351,61	R\$ 41.093,63

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para obter uma rápida aquisição do bloco ao mercado, além da fábrica trabalhar com o marketing verde, onde se divulga o produto dando ênfase ao seu processo produtivo sustentável, para agregar valor ao mesmo, os blocos são vendidos a 10% mais baratos do que os blocos fabricados com recurso natural (quadro 25).

**Quadro 25 – Preço de venda para o bloco fabricado com agregado de RCD**

PRODUTO	PREÇO	
	Recurso natural	Resíduos de Construção e Demolição
Bloco sextavado 8x33x33	45,00 m²	<b>40,50 m²</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

O lucro trimestral e a margem de lucro da fábrica de blocos para o próximo ano, com a produção e venda de 1500 m² de blocos sextavados de dimensão 8x33x33 mensal (quadro 26).

**Quadro 26 – Lucro trimestral da fábrica de blocos não estrutural**

	1° trimestre	2° trimestre	3° trimestre	4° trimestre
RECEITA	182.250,00	182.250,00	182.250,00	182.250,00
(-) Inv.	2.515,95	2.515,95	42.351,61	41.093,63
(-) C.F.	22.958,85	22.958,85	22.958,85	22.958,85
(-) C.V.	24.831,12	24.831,12	24.831,12	24.831,12
= Lucro	131.944,08	131.944,08	92.108,42	93.366,40
M.L	<b>72,40%</b>	<b>72,40%</b>	<b>50,54%</b>	<b>51,23%</b>

Inv. = Investimento. C.F = Custos fixos. C.V = Custos variáveis. M.L = Margem de lucro.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A taxa de retorno do investimento – TRI da fábrica de blocos não estruturais fabricados com RCD para o cenário do primeiro ano é de 558,15% (Quadro 27). E o tempo de retorno do investimento – Payback é de 0,18 anos, equivalente há 65,7 dias (Quadro 28).

**Quadro 27 - TRI–Fábrica de blocos não estruturais fabricados com RCD**

<i>Fórmula</i>	$TRI = \frac{\text{Lucro Líquido}}{\text{Ativo Total}}$
Primeiro ano	$TRI = \frac{449.362,98}{80.509,98} = \mathbf{558,15\%}$

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Quadro 28 - Payback - Fábrica de blocos não estruturais fabricados com RCD**

<i>Fórmula</i>	$PAYBACK = \frac{100\%}{TRI}$
Primeiro ano	$PAYBACK = \frac{100\%}{558,15\%} = \mathbf{0,18 \text{ anos}}$

Fonte: Elaborado pelo autor.



## 5 CONCLUSÃO

Com base no conhecimento adquirido e pesquisado durante os últimos 12 meses na literatura específica sobre a utilização de resíduos de construção e demolição como agregado para fabricação de blocos não estruturais, desenvolvimento de tecnologias limpas e um maior uso de materiais reutilizáveis e recicláveis na construção, com a preocupação do esgotamento dos recursos naturais, nota-se que a utilização de RCD para produção de novos produtos tem se mostrado viável, eficaz e sustentável.

Assim como a reciclagem dos RCD é uma oportunidade de transformar o que é uma fonte de despesas em uma fonte de ganhos para as empresas, além de contribuir com a limpeza da cidade, dos rios, terrenos baldios, esgoto sanitário e de aliviar os impactos nos aterros sanitários e lixões, minimizando os problemas ambientais e a geração de custos.

A partir das condições apresentadas nesta monografia conclui-se que, com a coleta de 975 m<sup>3</sup> de RCD mensal e a demanda mensal de 1500 m<sup>2</sup> de blocos não estruturais, à utilização de resíduos de construção e demolição como agregado na fabricação de blocos não estruturais no município de Cacoal/RO é viável economicamente e ecologicamente, tanto para a indústria de beneficiamento de RCD, quanto para fábrica de blocos não estruturais com agregados de RCD.

Por fim, a utilização de resíduos de construção e demolição como agregado para fabricação de blocos não estruturais no município de Cacoal/RO além de ter se mostrado viável economicamente e ecologicamente, estimular a conscientização ambiental das empresas de construção e demolição, auxilia ao atendimento da exigência da legislação sobre o gerenciamento dos resíduos sólidos e consequentemente para a conservação do meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

ABRECON. **Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos de Construção Civil e Demolição**. Disponível em: << <http://www.abrecon.org.br/>>>. Acesso em 26 de outubro de 2015.

ABRELPE, **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2014**. Disponível em: <<<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2014.pdf>>>. Acesso em 15 de Fevereiro de 2016.

AFFONSO, F. J. A. **Caracterização de Agregados Reciclados de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) para Uso em Camadas Drenantes de aterros de resíduos Sólidos**. Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2005.

ANGULO, S. C. **Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados**. 155 p. Dissertação de Mestrado – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.

ANGULO, S. C; KAHN, H; JOHN, V. M; ULSEN, C. Metodologia de Caracterização de Resíduos de Construção e Demolição. In: VI Seminário Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil – Materiais Reciclados e suas aplicações. Anais. São Paulo, 2003. CT 206 – IBRACON.

ASSISTEC. **Assistec motores**. Eletroímã. Disponível em: <<<http://assistecmotores.com.br/index.html>>>. Acesso em 09 de Abril de 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9781: Peças de concreto para pavimentação - Especificação e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

\_\_\_\_\_. **NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

\_\_\_\_\_. **NBR 10005: Lixiviação de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

\_\_\_\_\_. **NBR 10006: Solubilização dos resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

\_\_\_\_\_. **NBR 10007: Amostragem de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

\_\_\_\_\_. **NBR 11174: Armazenamento do resíduo classe II não inertes e III inertes**. Rio de Janeiro: ABNT, 1990.

\_\_\_\_\_. **NBR 13221: Transporte dos resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

\_\_\_\_\_. **NBR 13463: Coleta dos resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: ABNT, 1995.

\_\_\_\_\_. **NBR 15112: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

\_\_\_\_\_. **NBR 15113: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

\_\_\_\_\_. **NBR 15114: Resíduos sólidos da construção civil - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação.** Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

\_\_\_\_\_. **NBR 15115: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Execução de camadas de pavimentação - Procedimentos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

\_\_\_\_\_. **NBR 15116: agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural - requisitos.** Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

\_\_\_\_\_. **NBR 7214: areia normal para ensaio de cimento – especificação.** Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

BELLEN, H. M. v. **Indicadores de Sustentabilidade: uma análise comparativa.** Rio de Janeiro: FGV, 2005. 256 p.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 001 de 23 de janeiro de 1986.** Diário Oficial da República Federal do Brasil.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 275 de 25 de abril de 2001.** Diário Oficial da República Federal do Brasil.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 307 de 5 de julho de 2002.** Diário Oficial da República Federal do Brasil.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 348 de 16 de agosto de 2004.** Diário Oficial da República Federal do Brasil.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 431 de 25 de maio de 2011.** Diário Oficial da República Federal do Brasil.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 448 de 18 de janeiro de 2012.** Diário Oficial da República Federal do Brasil.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em 12 de Janeiro de 2016.

BRASIL. **Lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001.** Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/LEIS\\_2001/L10257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm)>. Acesso em 08 de Janeiro de 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA. **Política Nacional de Resíduos Sólidos: Contexto e Principais Aspectos.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos/contextoseprincipais-aspectos>>. Acesso em 12 de Janeiro de 2016.

BRITO FILHO, J.A. **Cidade versus entulho.** In: Seminário Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil, 2., 1999, São Paulo. Anais... São Paulo: Comitê Técnico do

Ibracon, 1999. p.56-67.

CACOAL. **Lei nº 3.099/PMC/12**. Dispõe sobre a política municipal de resíduos sólidos, serviço de Limpeza urbana e dá outras providências.

CARNEIRO, A. P; BURGOS, P. C; ALBERTE, E. P. V. **Uso do agregado reciclado em camadas de base e sub-base de pavimentos**. Projeto Entulho Bom. Salvador: EDUFBA/Caixa Econômica Federal, 2001, 188-227 p.

CARNEIRO, F. P. **Diagnóstico e ações da atual situação dos resíduos de construção e demolição na cidade do Recife**. 2005. 131 p. Dissertação (Mestrado) – Engenharia Urbana, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2005.

ENGEPAC. **EngePac Pedreira**. Disponível em: <<<http://www.engepac.ind.br/produtos>>>. Acesso em 10 de Abril de 2016.

FEAM – Fundação Estadual de Meio Ambiente. **Guia Técnico Ambiental Da Indústria De Cerâmica Vermelha**. Minas Gerais: FEAM, 2013.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GUAITOLINI, B. S. **Sustentabilidade ambiental**. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/informe-se/artigos/sustentabilidade-ambiental/23978/>>. Acesso em 08 de Janeiro de 2016.

HOOD, R. S. S. **Análise da viabilidade técnica da utilização de resíduos de construção civil e demolição como agregado miúdo reciclado na confecção de blocos de concreto para pavimentação**. 2006. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativa da população 2015**. Disponível em: <<<http://cod.ibge.gov.br/36U2S>>>. Acesso em 03 de Dezembro de 2015. IBGE, 2015.

INAC – Instituto Nova Agora de Cidadania. **Foto - triagem e armazenagem dos RCD**. Disponível em: <<<http://inac.org.br/site/construcao-civil-entulhos-geram-cerca-de-r-26-bilhoes-por-ano/>>>. Acesso em 11 de abril de 2016.

JCB BRASIL. **JCB Power Systems**. Disponível em: <<<http://www.jcbbrasil.com.br/>>>. Acesso em 11 de abril de 2016.

JOHN, V. M. **Pesquisa e desenvolvimento de mercados para resíduos** In: SEMINÁRIO SOBRE RECICLAGEM E REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS COMO MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO, 1996, Bauru. Anais. São Paulo: ANTAC 1996.

JOHN, V. M.; ROCHA, J. C. **Utilização de resíduos na construção habitacional**. Coleção Habitar, vol. 4. ANTAC. Porto Alegre, 2003.

JUNKES, Maria Bernadete. **Procedimentos para aproveitamento de resíduos sólidos urbanos em municípios de pequeno porte**. Florianópolis, 2002, 116 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2002.

KAKUTA, Susana; RIBEIRO, Júlio. **Trends Brasil: tendências de negócios para micro e pequenas empresas**. Porto Alegre: Sebrae/RS, 2007. 164p.

KEMPER, Lourdes. **Cacoal, sua história sua gente**. Goiânia: Frafopel, 2002.

LEITE, M. B. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição**. Dissertação de Doutorado - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.

LEVY, S. M. **Reciclagem do entulho de construção civil, para utilização como agregado de argamassas e concretos**. Dissertação de Mestrado - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo PCC/USP. São Paulo, 1997.

LINK, Rejane Solange. **Viabilidade econômica dos aspectos sociais e ambientais da coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos no município de Cacoal**. 2016. 43f. Artigo (Conclusão de Curso) – Fundação Universidade Federal de Rondônia – UNIR, Cacoal.

LOTURCO, B. **A Nova lei do lixo**. Técnica, São Paulo, n.82, p.52-55, jan. 2004.

LOURENÇO, V. M. Q.; CAVALCANTE, E. H. **Análise da influência da capacidade da absorção do resíduo da construção e demolição na determinação dos índices volumétricos de misturas asfálticas**. In: REUNIÃO ANUAL DE PAVIMENTAÇÃO, 44<sup>a</sup>. Anais da 44<sup>a</sup> Reunião anual de pavimentação. Paraná: 2015. p. 2-4. Rio de Janeiro, 2015.

MÁLIA, M. (2010). **Indicadores de Resíduos de Construção e Demolição**. Lisboa. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto Superior Técnico, Lisboa/Portugal, 2010.

MANUTEC. **Máquinas industrial**. Disponível em: <<<http://www.manutec-serra.com.br/>>>. Acesso em 11 de abril de 2016.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais**. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

MAPRE. **Equipamentos rodoviários**. Disponível em: <<<http://mapreequipamentos.com.br/>>>. Acesso em 11 de abril de 2016.

MAQBARROS. **MAQBARROS fábrica de pré-moldados**. Disponível em: <<<http://www.maqbarros.com.br/produtos/formas-plasticas-para-pisos-e-ladrilhos-de-concreto/6/1>>>. Acesso em 13 de abril de 2016.

MB CRUSHER. **MB CRUSHER DO BRASIL**. Disponível em: <<<http://www.mbcruisher.com/pt/br/>>>. Acesso em 11 de abril de 2016.

MEDEIROS, J.S. **Alvenaria estrutural não armada de blocos de concreto: produção de componentes e parâmetros de projeto**. São Paulo, 1993. 449 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

MENDES, T. A.; REZENDE, L. R.; OLIVEIRA, J. C.; GUIMARÃES, R. C.; CARVALHO, J.C.; VEIGA, R. **Parâmetros de uma Pista Experimental Executada com Entulho Reciclado**. Anais da 35ª Reunião Anual de Pavimentação, Rio de Janeiro – RJ, Brasil, 2004.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. 2.ed, editora Pini. São Paulo, 1999.

MOTTA, R. S. **Estudo laboratorial de agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil para aplicação em pavimentação de baixo volume de tráfego**. São Paulo: Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2005.

OJEU - Official Journal of the European Union. (2008). **2008/98/CE of the European Parliament and of the Council, on waste and repealing certain Directives**. Bruxelas, Bélgica.

OLIVEIRA, D. F. **Contribuição ao Estudo da Durabilidade de Blocos de Concreto Produzidos com a Utilização de Entulho da Construção Civil**. Universidade Federal de Campina Grande. Tese de Doutorado, 2004.

PAIVA, A. P.; RIBEIRO, S. M. **A reciclagem na Construção Civil: como economia de custos**. São Paulo: FEA-RP/USP, 2011.

PAGNUSSAT, D. Utilização de Escória Granulada de Fundição em Blocos de Concreto para Pavimentação. Dissertação (Mestrado). PPGE/UFRGS, Porto Alegre, 2004.

PAULA, P. R. F. **Utilização dos resíduos da construção civil na produção de blocos de argamassa sem função estrutural**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Católica de Pernambuco. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Recife, 2010.

PECFORMAS. **PECFORMAS fábrica de formas**. Disponível em: <<[http://www.pecformas.com.br/mesas\\_vibratorias.html](http://www.pecformas.com.br/mesas_vibratorias.html)>>. Acesso em 13 de abril de 2016.

PEREIRA, A.; SILVA, G.; CARBONARI, M. **Sustentabilidade na Prática: Fundamento, experiências e habilidades**. 21. ed. Valinhos: Anhanguera Publicações LTDA, 2011.

PINTO, T. P. P. **Metodologia para a Gestão Diferenciada de Resíduos Sólidos da Construção Urbana**. 189 f. Tese de Doutorado em Engenharia – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

PINTO, T. P.; GONZALES, J. **Manejo e Gestão de Resíduos da Construção Civil: manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão nos municípios**. Brasília: Caixa, 2005.

PISANI, M. A. J. **Um material de construção de baixo impacto ambiental: o tijolo de solo-cimento**. In: SINERGIA. v.6. n.1. 2005. São Paulo, 2005.

PISO SALARIAL. **Tabela salarial 2016 do comércio – salário comercial.** Disponível em: <<<http://www.pisosalarial.com.br/comercio/tabela-salarial-2016-comercio/>>>. Acesso em 11 de abril de 2016.

PMP – Prefeitura Municipal de Paranaguá/PR. **Foto cura natural e armazenagem.** Disponível em: <<<http://www.paranagua.pr.gov.br/noticias/noticia7719.html>>>. Acesso em 15 de abril de 2016.

PRESTES, M. L. M. **A pesquisa e a construção do conhecimento científico: do planejamento aos textos, da escola à academia.** 4. ed. – São Paulo: Rêspel, 2011.

PRODETEC. **Peso específico dos materiais.** Disponível em: <<[http://www.prodetec.com.br/downloads/pesos\\_especificos.pdf](http://www.prodetec.com.br/downloads/pesos_especificos.pdf)>>. Acesso em 9 de Março de 2016.

QUALYMAQUINA. **Qualymaquina Indústria e comércio de máquinas.** Disponível em: <<<http://www.qualymaquina.com.br/maquina-para-fabricacao-de-blocos>>>. Acesso em 13 de abril de 2016.

RILEM RECOMMENDATION. **Specification for concrete with recycled aggregates. Materials and Structures.** n.27, p.557-559, 1994.

RONDÔNIA. **Lei nº 547 de 30 de Dezembro de 1993.** Que dispõe sobre a criação do SEDAR e seus instrumentos. Disponível em: <<<http://www.sedam.ro.gov.br/arquivos/arquivos/13-06-13-13-20-05lei5471993.pdf>>>. Acesso em 12 de março de 2016.

RONDÔNIA. **Lei nº 1.145, de 13 de dezembro de 2002:** Institui a Política, cria o Sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do Estado de Rondônia, e dá outras providências. Disponível em: <<[http://www.ciflorestas.com.br/arquivos/lei\\_lei\\_11452002\\_26765.pdf](http://www.ciflorestas.com.br/arquivos/lei_lei_11452002_26765.pdf)>>. Acesso em 12 de março de 2016.

ROYAL MÁQUINA. **Royal máquinas e ferramentas.** Disponível em: <<<https://www.royalmaquinas.com.br/betoneiras.html>>>. Acesso em 13 de abril de 2016.

SCHULZ, R.R., & Hendricks, C. F. (1992). Recycling of masonry rubble. In: HANSEN T.C. **Recycling of demolished concrete and masonry.** London: Chapman & Hall.

SILVA, Amizael Gomes. **No rastro dos pioneiros; um pouco da história rondoniana.** Porto Velho: SEDUC, 1984. p. 97-98.

SOUSA, J. G. G. (2001). **Contribuição ao estudo da relação entre propriedades e proporcionamento de blocos de concreto – Aplicação ao uso de entulho como agregado reciclado.** Dissertação de Mestrado, Publicação E.D.M 009A/2001, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 124p.


SPRATT, C.; WALKER, R.; ROBINSON, B. **Mixed research methods. Practitioner Research and Evaluation Skills Training in Open and Distance Learning. Common wealth of Learning, 2004.** Disponível em: <<<http://www.col.org/SiteCollectionDocuments/A5.pdf>>>. Acesso 16 de Fevereiro de 2016.

TANGO, C.E.S. **Blocos de concreto: dosagem, produção e controle de qualidade.** 1 ed. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 1984, v.1.


VOTORANTIM. **Cimento.** Disponível em: <<<http://www.votorantimcimentos.com.br/html-ptb/Produtos/Cimento.htm>>>. Acesso em 10 de Abril de 2016.



## ANEXO A – FORMULÁRIO DE PESQUISA DE MERCADO DE BLOCOS NÃO ESTRUTURAIS

	FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA Campus Professor Francisco Gonçalves Quiles - Cacoal Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção
<b>PESQUISA DE MERCADO</b>	
<b><i>RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÕES - RCD</i></b>	
EMPRESA:	
RAMO DE ATIVIDADE:	
CAPACIDADE PRODUTIVA:	
TEMPO DE EMPRESA:	
<b>PRINCIPAIS CLIENTES:</b>	
<b>PREÇO:</b>	
Ladrilho 4x33x33	
Ladrilho 6x33x33	
Bloquete 8x33x33	
<b>PRODUÇÃO MÉDIA POR MÊS:</b>	
Ladrilho 4x33x33	
Ladrilho 6x33x33	
Bloquete 8x33x33	
<b>PROPORÇÃO DE MATERIAIS NA MISTURA DO CONCRETO:</b>	
<b>SÃO REALIZADOS CÁLCULOS DE RESISTÊNCIA:</b>	
<b>MIX DE PRODUTOS FABRICADOS:</b>	

**ANEXO B – FORMULÁRIO DE PESQUISA DE MATÉRIA-PRIMA PARA  
FABRICAÇÃO DE BLOCOS NÃO ESTRUTURAIS**

	<p align="center">FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA Campus Professor Francisco Gonçalves Quiles - Cacoal Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção</p>
<p align="center"><b>PESQUISA DE MATÉRIA-PRIMA</b></p>	
<p align="center"><i><b>RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÕES - RCD</b></i></p>	
<p>EMPRESA:</p>	
<p>RAMO DE ATIVIDADE:</p>	
<p>TEMPO DE EMPRESA:</p>	
<p>QUANTIDADE DE CAMINHÕES:</p>	
<p>QUANTIDADE DE CAÇAMBAS ESTACIONÁRIAS:</p>	
<p></p>	
<p><b>QUAL O PREÇO DO M³ DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO?</b></p>	
<p></p>	
<p><b>QUAL A QUANTIDADE MÉDIA MENSAL DE RCD COLETADO?</b></p>	
<p></p>	
<p><b>QUAL A DESTINAÇÃO DESTES RESÍDUOS?</b></p>	
<p></p>	
<p><b>POSSUI ALGUM CONTROLE EFICIENTE DA QUANTIDADE DE RCD COLETADO MENSALMENTE?</b></p>	
<p></p>	

**ANEXO C – SIMULADO DE FINANCIAMENTO PARA INSTALAÇÃO DE USINA  
DE BENEFICIAMENTO DE RCD**

(continua)

<b>Simulação Financiamento BNDES Automático</b>					
<b>Valor financiado:</b>		R\$ 551.021,72	<b>Prazo:</b>		6 ano
<b>Valor de entrada:</b>		R\$ -	<b>Carência:</b>		6 meses
<b>Valor de total:</b>		R\$ 551.021,72	<b>Taxa de juros:</b>		1,04% a.m.
<b>Parcela</b>	<b>Valor do Débito</b>	<b>Juros</b>	<b>Valor Corrigido</b>	<b>Amortização</b>	<b>Prestação</b>
1ª	R\$ 551.021,72	R\$ 5.739,81	R\$ 556.761,53	R\$ 0,00	<b>5.739,81</b>
2ª	R\$ 551.021,72	R\$ 5.739,81	R\$ 556.761,53	R\$ 0,00	<b>5.739,81</b>
3ª	R\$ 551.021,72	R\$ 5.739,81	R\$ 556.761,53	R\$ 0,00	<b>5.739,81</b>
4ª	R\$ 551.021,72	R\$ 5.739,81	R\$ 556.761,53	R\$ 0,00	<b>5.739,81</b>
5ª	R\$ 551.021,72	R\$ 5.739,81	R\$ 556.761,53	R\$ 0,00	<b>5.739,81</b>
6ª	R\$ 551.021,72	R\$ 5.739,81	R\$ 556.761,53	R\$ 0,00	<b>5.739,81</b>
7ª	R\$ 551.021,72	R\$ 5.739,81	R\$ 556.761,53	R\$ 8.348,81	<b>14.088,62</b>
8ª	R\$ 542.672,91	R\$ 5.652,84	R\$ 548.325,75	R\$ 8.348,81	<b>14.001,66</b>
9ª	R\$ 534.324,09	R\$ 5.565,88	R\$ 539.889,97	R\$ 8.348,81	<b>13.914,69</b>
10ª	R\$ 525.975,28	R\$ 5.478,91	R\$ 531.454,19	R\$ 8.348,81	<b>13.827,72</b>
11ª	R\$ 517.626,46	R\$ 5.391,94	R\$ 523.018,41	R\$ 8.348,81	<b>13.740,76</b>
12ª	R\$ 509.277,65	R\$ 5.304,98	R\$ 514.582,63	R\$ 8.348,81	<b>13.653,79</b>
13ª	R\$ 500.928,84	R\$ 5.218,01	R\$ 506.146,85	R\$ 8.348,81	<b>13.566,82</b>
14ª	R\$ 492.580,02	R\$ 5.131,04	R\$ 497.711,06	R\$ 8.348,81	<b>13.479,86</b>
15ª	R\$ 484.231,21	R\$ 5.044,08	R\$ 489.275,28	R\$ 8.348,81	<b>13.392,89</b>
16ª	R\$ 475.882,39	R\$ 4.957,11	R\$ 480.839,50	R\$ 8.348,81	<b>13.305,92</b>
17ª	R\$ 467.533,58	R\$ 4.870,14	R\$ 472.403,72	R\$ 8.348,81	<b>13.218,96</b>
18ª	R\$ 459.184,77	R\$ 4.783,17	R\$ 463.967,94	R\$ 8.348,81	<b>13.131,99</b>
19ª	R\$ 450.835,95	R\$ 4.696,21	R\$ 455.532,16	R\$ 8.348,81	<b>13.045,02</b>
20ª	R\$ 442.487,14	R\$ 4.609,24	R\$ 447.096,38	R\$ 8.348,81	<b>12.958,05</b>
21ª	R\$ 434.138,32	R\$ 4.522,27	R\$ 438.660,60	R\$ 8.348,81	<b>12.871,09</b>
22ª	R\$ 425.789,51	R\$ 4.435,31	R\$ 430.224,82	R\$ 8.348,81	<b>12.784,12</b>
23ª	R\$ 417.440,70	R\$ 4.348,34	R\$ 421.789,04	R\$ 8.348,81	<b>12.697,15</b>
24ª	R\$ 409.091,88	R\$ 4.261,37	R\$ 413.353,26	R\$ 8.348,81	<b>12.610,19</b>
25ª	R\$ 400.743,07	R\$ 4.174,41	R\$ 404.917,48	R\$ 8.348,81	<b>12.523,22</b>
26ª	R\$ 392.394,26	R\$ 4.087,44	R\$ 396.481,70	R\$ 8.348,81	<b>12.436,25</b>
27ª	R\$ 384.045,44	R\$ 4.000,47	R\$ 388.045,91	R\$ 8.348,81	<b>12.349,29</b>
28ª	R\$ 375.696,63	R\$ 3.913,51	R\$ 379.610,13	R\$ 8.348,81	<b>12.262,32</b>
29ª	R\$ 367.347,81	R\$ 3.826,54	R\$ 371.174,35	R\$ 8.348,81	<b>12.175,35</b>
30ª	R\$ 358.999,00	R\$ 3.739,57	R\$ 362.738,57	R\$ 8.348,81	<b>12.088,39</b>
31ª	R\$ 350.650,19	R\$ 3.652,61	R\$ 354.302,79	R\$ 8.348,81	<b>12.001,42</b>
32ª	R\$ 342.301,37	R\$ 3.565,64	R\$ 345.867,01	R\$ 8.348,81	<b>11.914,45</b>

(conclusão)

33 <sup>a</sup>	R\$ 333.952,56	R\$ 3.478,67	R\$ 337.431,23	R\$ 8.348,81	<b>11.827,49</b>
34 <sup>a</sup>	R\$ 325.603,74	R\$ 3.391,71	R\$ 328.995,45	R\$ 8.348,81	<b>11.740,52</b>
35 <sup>a</sup>	R\$ 317.254,93	R\$ 3.304,74	R\$ 320.559,67	R\$ 8.348,81	<b>11.653,55</b>
36 <sup>a</sup>	R\$ 308.906,12	R\$ 3.217,77	R\$ 312.123,89	R\$ 8.348,81	<b>11.566,59</b>
37 <sup>a</sup>	R\$ 300.557,30	R\$ 3.130,81	R\$ 303.688,11	R\$ 8.348,81	<b>11.479,62</b>
38 <sup>a</sup>	R\$ 292.208,49	R\$ 3.043,84	R\$ 295.252,33	R\$ 8.348,81	<b>11.392,65</b>
39 <sup>a</sup>	R\$ 283.859,67	R\$ 2.956,87	R\$ 286.816,55	R\$ 8.348,81	<b>11.305,69</b>
40 <sup>a</sup>	R\$ 275.510,86	R\$ 2.869,90	R\$ 278.380,76	R\$ 8.348,81	<b>11.218,72</b>
41 <sup>a</sup>	R\$ 267.162,05	R\$ 2.782,94	R\$ 269.944,98	R\$ 8.348,81	<b>11.131,75</b>
42 <sup>a</sup>	R\$ 258.813,23	R\$ 2.695,97	R\$ 261.509,20	R\$ 8.348,81	<b>11.044,79</b>
43 <sup>a</sup>	R\$ 250.464,42	R\$ 2.609,00	R\$ 253.073,42	R\$ 8.348,81	<b>10.957,82</b>
44 <sup>a</sup>	R\$ 242.115,60	R\$ 2.522,04	R\$ 244.637,64	R\$ 8.348,81	<b>10.870,85</b>
45 <sup>a</sup>	R\$ 233.766,79	R\$ 2.435,07	R\$ 236.201,86	R\$ 8.348,81	<b>10.783,88</b>
46 <sup>a</sup>	R\$ 225.417,98	R\$ 2.348,10	R\$ 227.766,08	R\$ 8.348,81	<b>10.696,92</b>
47 <sup>a</sup>	R\$ 217.069,16	R\$ 2.261,14	R\$ 219.330,30	R\$ 8.348,81	<b>10.609,95</b>
48 <sup>a</sup>	R\$ 208.720,35	R\$ 2.174,17	R\$ 210.894,52	R\$ 8.348,81	<b>10.522,98</b>
49 <sup>a</sup>	R\$ 200.371,53	R\$ 2.087,20	R\$ 202.458,74	R\$ 8.348,81	<b>10.436,02</b>
50 <sup>a</sup>	R\$ 192.022,72	R\$ 2.000,24	R\$ 194.022,96	R\$ 8.348,81	<b>10.349,05</b>
51 <sup>a</sup>	R\$ 183.673,91	R\$ 1.913,27	R\$ 185.587,18	R\$ 8.348,81	<b>10.262,08</b>
52 <sup>a</sup>	R\$ 175.325,09	R\$ 1.826,30	R\$ 177.151,40	R\$ 8.348,81	<b>10.175,12</b>
53 <sup>a</sup>	R\$ 166.976,28	R\$ 1.739,34	R\$ 168.715,62	R\$ 8.348,81	<b>10.088,15</b>
54 <sup>a</sup>	R\$ 158.627,46	R\$ 1.652,37	R\$ 160.279,83	R\$ 8.348,81	<b>10.001,18</b>
55 <sup>a</sup>	R\$ 150.278,65	R\$ 1.565,40	R\$ 151.844,05	R\$ 8.348,81	<b>9.914,22</b>
56 <sup>a</sup>	R\$ 141.929,84	R\$ 1.478,44	R\$ 143.408,27	R\$ 8.348,81	<b>9.827,25</b>
57 <sup>a</sup>	R\$ 133.581,02	R\$ 1.391,47	R\$ 134.972,49	R\$ 8.348,81	<b>9.740,28</b>
58 <sup>a</sup>	R\$ 125.232,21	R\$ 1.304,50	R\$ 126.536,71	R\$ 8.348,81	<b>9.653,32</b>
59 <sup>a</sup>	R\$ 116.883,40	R\$ 1.217,54	R\$ 118.100,93	R\$ 8.348,81	<b>9.566,35</b>
60 <sup>a</sup>	R\$ 108.534,58	R\$ 1.130,57	R\$ 109.665,15	R\$ 8.348,81	<b>9.479,38</b>
61 <sup>a</sup>	R\$ 100.185,77	R\$ 1.043,60	R\$ 101.229,37	R\$ 8.348,81	<b>9.392,42</b>
62 <sup>a</sup>	R\$ 91.836,95	R\$ 956,63	R\$ 92.793,59	R\$ 8.348,81	<b>9.305,45</b>
63 <sup>a</sup>	R\$ 83.488,14	R\$ 869,67	R\$ 84.357,81	R\$ 8.348,81	<b>9.218,48</b>
64 <sup>a</sup>	R\$ 75.139,33	R\$ 782,70	R\$ 75.922,03	R\$ 8.348,81	<b>9.131,52</b>
65 <sup>a</sup>	R\$ 66.790,51	R\$ 695,73	R\$ 67.486,25	R\$ 8.348,81	<b>9.044,55</b>
66 <sup>a</sup>	R\$ 58.441,70	R\$ 608,77	R\$ 59.050,47	R\$ 8.348,81	<b>8.957,58</b>
67 <sup>a</sup>	R\$ 50.092,88	R\$ 521,80	R\$ 50.614,68	R\$ 8.348,81	<b>8.870,61</b>
68 <sup>a</sup>	R\$ 41.744,07	R\$ 434,83	R\$ 42.178,90	R\$ 8.348,81	<b>8.783,65</b>
69 <sup>a</sup>	R\$ 33.395,26	R\$ 347,87	R\$ 33.743,12	R\$ 8.348,81	<b>8.696,68</b>
70 <sup>a</sup>	R\$ 25.046,44	R\$ 260,90	R\$ 25.307,34	R\$ 8.348,81	<b>8.609,71</b>
71 <sup>a</sup>	R\$ 16.697,63	R\$ 173,93	R\$ 16.871,56	R\$ 8.348,81	<b>8.522,75</b>
72 <sup>a</sup>	R\$ 8.348,81	R\$ 86,97	R\$ 8.435,78	R\$ 8.348,81	<b>8.435,78</b>
<b>TOTAL</b>					<b>777.744,20</b>

**ANEXO D – SIMULADO DE FINANCIAMENTO PARA INSTALAÇÃO  
DA FABRICA DE BLOCOS NÃO ESTRUTURAIS**

<b>Simulação Financiamento BNDES Automático</b>					
<b>Valor financiado:</b>		R\$ 80.509,98	<b>Prazo:</b>		1 ano
<b>Valor de entrada:</b>		R\$ -	<b>Carência:</b>		6 meses
<b>Valor de total:</b>		R\$ 80.509,98	<b>Taxa de juros:</b>		1,04% a.m.
<b>Parcela</b>	<b>Valor do Débito</b>	<b>Juros</b>	<b>Valor Corrigido</b>	<b>Amortização</b>	<b>Prestação</b>
1ª	R\$ 80.509,98	R\$ 838,65	R\$ 81.348,63	R\$ 0,00	<b>838,65</b>
2ª	R\$ 80.509,98	R\$ 838,65	R\$ 81.348,63	R\$ 0,00	<b>838,65</b>
3ª	R\$ 80.509,98	R\$ 838,65	R\$ 81.348,63	R\$ 0,00	<b>838,65</b>
4ª	R\$ 80.509,98	R\$ 838,65	R\$ 81.348,63	R\$ 0,00	<b>838,65</b>
5ª	R\$ 80.509,98	R\$ 838,65	R\$ 81.348,63	R\$ 0,00	<b>838,65</b>
6ª	R\$ 80.509,98	R\$ 838,65	R\$ 81.348,63	R\$ 0,00	<b>838,65</b>
7ª	R\$ 80.509,98	R\$ 838,65	R\$ 81.348,63	R\$ 13.418,33	<b>14.256,98</b>
8ª	R\$ 67.091,65	R\$ 698,87	R\$ 67.790,52	R\$ 13.418,33	<b>14.117,20</b>
9ª	R\$ 53.673,32	R\$ 559,10	R\$ 54.232,42	R\$ 13.418,33	<b>13.977,43</b>
10ª	R\$ 40.254,99	R\$ 419,32	R\$ 40.674,31	R\$ 13.418,33	<b>13.837,65</b>
11ª	R\$ 26.836,66	R\$ 279,55	R\$ 27.116,21	R\$ 13.418,33	<b>13.697,88</b>
12ª	R\$ 13.418,33	R\$ 139,77	R\$ 13.558,10	R\$ 13.418,33	<b>13.558,10</b>
<b>TOTAL</b>					<b>88.477,14</b>